

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

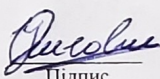
на тему Метод агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют з використанням великих мовних моделей

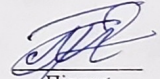
Рівень вищої освіти другий (магістерський)

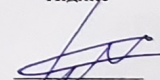
Галузь знань 12 – Інформаційні технології  
Шифр і найменування

Спеціальність 122 – Комп'ютерні науки  
Код і найменування

Освітня програма Комп'ютерні науки  
Назва

Виконав: студент 2 курсу, група КНм-24-1  Ім'я ЦІЦЬВІРА  
Курс, група виконавця Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник: док. філ., доцент кафедри КН  Павло РАДІЮК  
Науковий ступінь, посада Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтроль: к.т.н., доцент кафедри КН  Руслан БАГРІЙ  
Науковий ступінь, посада Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

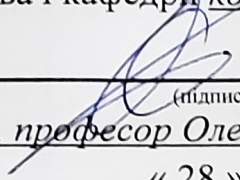
До захисту допускаю:  
Зав. кафедри КН, д.т.н., професор

 Олександр Бармак  
Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

17 грудня 2025 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет інформаційних технологій  
Кафедра комп'ютерних наук  
Освітній ступінь магістр  
Галузь знань 12 – Інформаційні технології  
Спеціальність 122 – Комп'ютерні науки

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри комп'ютерних наук

  
(підпис)  
д.т.н., професор Олександр БАРМАК

« 28 » 08 2025 року

### ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Метод агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют з використанням великих мовних моделей»

2. Завдання видано студенту Іміру ЦІЦЬВІРІ  
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

3. Керівник роботи док. філ., доцент кафедри КН Павло РАДЮК  
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

4. Затверджені наказом університету від «25» 08 2025 р. № 65


5. Дата видачі завдання студенту: «28» 08 2025 р.

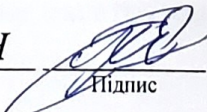
6. Зміст пояснювальної записки (перелік задач) та вихідні дані:

Метою кваліфікаційної роботи магістра є підвищення ефективності прийняття торгових рішень на криптовалютному ринку через проектування та інтеграцію методу агентно-орієнтованого аналізу з використанням великих мовних моделей. Зміст записки охоплює аналіз методів автотрейдингу, проектування мультиагентної архітектури з механізмом дебатів та програмну реалізацію методу у вигляді вебзастосунку. Вхідними даними слугували історичні та реальні ринкові дані криптовалют, масиви фінансових новин та дані соціального сентименту. За результатами експериментальних досліджень підтверджено результативність впровадження запропонованого методу, що дало змогу підвищити прибутковість торгових операцій та забезпечити детальне пояснення логіки інвестиційних рішень.

7. Календарний план виконання кваліфікаційної роботи:

№	Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи бакалавра	Термін виконання	Примітка
1	Вибір напряму дослідження та узгодження теми кваліфікаційної роботи з керівником, складання календарного графіка виконання роботи	вересень 2025	Виконано
2	Ознайомлення з предметною областю, аналіз існуючих методів і моделей, формулювання мети та завдань дослідження, визначення об'єкта й предмета дослідження	вересень 2025	Виконано
3	Розробка методу для розв'язання обраного завдання, опис архітектури рішення	жовтень 2025	Виконано
4	Програмна реалізація методу	жовтень 2025	Виконано
5	Дослідження ефективності методу та експериментальна перевірка результатів, порівняння з відомими підходами	листопад 2025	Виконано
6	Написання пояснювальної записки, оформлення відповідно до вимог, врахування зауважень керівника	листопад 2025	Виконано
7	Підготовка презентаційних матеріалів та попередній захист	листопад 2025	Виконано
8	Перевірка пояснювальної записки на відповідність вимогам оформлення (нормоконтроль) та перевірка на академічну доброчесність. Отримання відгуку керівника та рецензії.	грудень 2025	Виконано
9	Публічний захист кваліфікаційної роботи	грудень 2025	Виконано

Виконавець: студент групи КНм-24-1  Імір ЦІЦЬВІРА  
Група виконавця Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник: док. філ., доц. каф. КН  Павло РАДЮК  
Науковий ступінь, посада Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

## Реферат

Кваліфікаційна робота магістра розв'язує науково-технічну задачу автоматизації аналізу ринку криптовалют та прийняття торгових рішень через створення методу агентно-орієнтованого аналізу з використанням великих мовних моделей.

**Актуальність теми.** Ринок криптовалют характеризується високою волатильністю та динамічністю, що ускладнює процес прийняття інвестиційних рішень. Традиційні методи технічного аналізу часто виявляються недостатньо ефективними в умовах інформаційного шуму та впливу новинного фону. Сучасні великі мовні моделі (LLM) демонструють значний потенціал в обробці неструктурованих даних, проте їхнє використання як окремих інструментів обмежене проблемами «галюцинацій» та браком критичного мислення. У цьому контексті актуальним є розроблення методу, який поєднує аналітичні можливості LLM із мультиагентною архітектурою, що імітує роботу професійної інвестиційної команди через механізми спеціалізації, дебатів та багаторівневої верифікації рішень.

**Об'єкт дослідження** – процес автоматизованого аналізу ринкових даних та прийняття торгових рішень на ринку криптовалют.

**Предмет дослідження** – метод агентно-орієнтованого аналізу, моделі взаємодії інтелектуальних агентів на базі великих мовних моделей та алгоритми інтеграції різномірних даних для прогнозування ринкової динаміки.

**Мета роботи** – підвищення ефективності прийняття торгових рішень на криптовалютному ринку через проєктування та інтеграцію методу агентно-орієнтованого аналізу з використанням великих мовних моделей на основі багатоагентної архітектури.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі **завдання**.

1. Проаналізувати наявні підходи до автоматизованого інвестиційного аналізу криптоактивів із використанням багатоагентних систем та LLM.

2. Спроекувати метод агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют із використанням великих мовних моделей.

3. Розробити агентів-аналітиків для обробки ринкових даних та соціального настрою з використанням спеціалізованих інструментів.

4. Виконати програмну реалізацію методу агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют у вигляді вебзастосунку.

5. Провести експериментальне дослідження ефективності запропонованого методу на історичних та реальних даних, а також порівняти результати з традиційними стратегіями.

**Методи дослідження.** У роботі використано методи системного аналізу для проєктування архітектури; агентно-орієнтований підхід для моделювання взаємодії компонентів системи; методи обробки природної мови (NLP) та настрою-аналізу для роботи з текстовими даними; методи технічного аналізу для обробки числових рядів; технологію RAG (Retrieval-Augmented Generation) для роботи з контекстною пам'яттю; методи математичної статистики для оцінки ефективності торгових стратегій (коефіцієнт Шарпа, максимальна просадка).

**Наукова новизна одержаних результатів.** Спроекувано метод агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют із використанням великих мовних моделей, який відрізняється від аналогів інтеграцією класичних підходів трейдингу з аналізом настрою (sentiment-based) та використанням механізму структурованих дебатів, що дає змогу здійснювати колективне прийняття торгових рішень на основі багатовимірного аналізу ринкової інформації через систему спеціалізованих агентів штучного інтелекту та забезпечує детальне текстове пояснення логіки прийнятих рішень та підвищує їхню обґрунтованість.

**Апробація результатів кваліфікаційної роботи магістра та публікації.** Основні наукові і практичні результати роботи доповідались на XVII Всеукраїнській науково-практичній конференції “Актуальні проблеми комп’ютерних наук АПКН-2025” (м. Хмельницький, 14–15 листопада 2025 р.) та опубліковані в збірнику матеріалів конференції (Ціцьвіра І. О., Радюк П. М., Скрипник Т. К. Метод агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют з

використанням великих мовних моделей. *Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2025* : матеріали XVII Всеукр. науково-практ. конф., м. Хмельницький, 14–15 листоп. 2025 р. Хмельницький, 2025. С. 421–424. URL: <https://elar.khmnu.edu.ua/handle/123456789/19864>).

**Структура та обсяг роботи.** Кваліфікаційна робота магістра складається із завдання, реферату, змісту, переліку скорочень, вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань з 61 найменувань та 6 додатків. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи складає 144 сторінки, з поміж яких 96 сторінок основного тексту та 48 сторінок додатків. У роботі наведено 23 рисунки та 15 таблиць.

**Ключові слова:** агентні системи, великі мовні моделі, криптовалюта, трейдинг, RAG, управління ризиком, інтерпретованість.

## Зміст

Перелік скорочень .....	4
Вступ.....	5
РОЗДІЛ 1 Аналіз проблем і рішень у сфері агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют.....	7
1.1 Аналіз основних понять і процесів ринку криптовалют.....	7
1.2 Аналіз проблем ринку криптовалют .....	12
1.3 Аналіз теоретичних рішень.....	15
1.4 Мета та постановка задачі дослідження .....	22
РОЗДІЛ 2 Проєктування методу агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют з використанням великих мовних моделей.....	23
2.1 Розробка концептуальної схеми методу та архітектури взаємодії агентів .....	23
2.2 Функціональна роль великих мовних моделей у забезпеченні роботи агентів. 28	28
2.3 Методика інтеграції аналізу настроїв та технічних індикаторів у єдиний процес прийняття рішень .....	32
2.4 Організація потоків даних та попередньої обробки текстової і ринкової інформації у рамках методу .....	34
2.4.1 Загальні підходи до роботи з даними .....	34
2.4.2 Робота з текстовими даними.....	36
2.4.3 Робота з ринковими даними .....	39
2.5 Методи оцінки якості і забезпечення валідності генерацій та мінімізації галюцинацій ВММ.....	40
Висновки до розділу 2 .....	43
РОЗДІЛ 3 Програмна реалізація методу агентно-орієнтованого методу аналізу ринку криптовалют з використанням ВММ.....	44
3.1 Засоби та середовище програмної реалізації .....	44
3.2 Проєктування архітектури ядра системи та логіки оркестрації агентів.....	49
3.3 Програмна реалізація агентів з використанням ВММ .....	54
3.3.1 Підсистема команди агентів-аналітиків .....	54
3.3.2 Підсистема команди агентів-дослідників.....	57
3.3.3 Підсистема агента-трейдера.....	60
3.3.4 Підсистема команди агентів ризик-менеджерів .....	61

3.3.5 Підсистема агента управління портфелем .....	62
3.4 Інтеграція механізмів довгострокової пам'яті та рефлексії агентів .....	63
Висновки до розділу 3 .....	65
РОЗДІЛ 4 Експериментальні дослідження та оцінювання методу агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют з використанням ВВМ.....	67
4.1 Розгортання та налаштування експериментального середовища .....	67
4.2 Взаємодія з методом та налаштування програмної реалізації .....	69
4.3 Прикладне тестування програмної реалізації запропонованого методу.....	72
4.4 Експериментальне тестування та оцінювання ефективності методу .....	81
Висновки до розділу 4 .....	88
Загальні висновки.....	89
Перелік посилань.....	91
Додатки	

### Перелік скорочень

Скорочення, термін, позначення	Пояснення
БД	База даних
BVM	Велика мовна модель
KPM	Кваліфікаційна робота магістра
ШІ	Штучний інтелект
AI	Artificial intelligence
API	Application Programming Interface
ATR	Average True Range
BB	Bollinger Bands
CEX	Centralized Exchange
COT	Chain-of-Thought
DEX	Decentralized Exchange
EMA	Exponential Moving Average
FOMO	Fear Of Missing Out
LLM	Large language model
MA	Moving Average
MACD	Moving Average Convergence Divergence
MCP	Model Context Protocol
ML	Machine Learning
OBV	On-Balance Volume
RAG	Retrieval-Augmented Generation
REST	Representational State Transfer Protocol
RSI	Relative Strength Index
SMA	Simple Moving Average

## Вступ

**Актуальність теми.** Ринок криптовалют характеризується високою волатильністю та динамічністю, що ускладнює процес прийняття інвестиційних рішень. Традиційні методи технічного аналізу часто виявляються недостатньо ефективними в умовах інформаційного шуму та впливу новинного фону. Сучасні великі мовні моделі (LLM) демонструють значний потенціал в обробці неструктурованих даних, проте їхнє використання як окремих інструментів обмежене проблемами «галюцинацій» та браком критичного мислення. У цьому контексті актуальним є розроблення методу, який поєднує аналітичні можливості LLM із мультиагентною архітектурою, що імітує роботу професійної інвестиційної команди через механізми спеціалізації, дебатів та багаторівневої верифікації рішень.

**Об’єкт дослідження** – процес автоматизованого аналізу ринкових даних та прийняття торгових рішень на ринку криптовалют.

**Предмет дослідження** – метод агентно-орієнтованого аналізу, моделі взаємодії інтелектуальних агентів на базі великих мовних моделей та алгоритми інтеграції різнорідних даних для прогнозування ринкової динаміки.

**Мета роботи** – підвищення ефективності прийняття торгових рішень на криптовалютному ринку через проєктування та інтеграцію методу агентно-орієнтованого аналізу з використанням великих мовних моделей на основі багатоагентної архітектури.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв’язати такі завдання.

1. Проаналізувати наявні підходи до автоматизованого інвестиційного аналізу криптоактивів із використанням багатоагентних систем та LLM.
2. Спроєктувати метод агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют із використанням великих мовних моделей.
3. Розробити агентів-аналітиків для обробки ринкових даних та соціального настрою з використанням спеціалізованих інструментів.
4. Виконати програмну реалізацію методу агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют у вигляді вебзастосунку.

5. Провести експериментальне дослідження ефективності запропонованого методу на історичних та реальних даних, а також порівняти результати з традиційними стратегіями.

**Методи дослідження.** У роботі використано методи системного аналізу для проектування архітектури; агентно-орієнтований підхід для моделювання взаємодії компонентів системи; методи обробки природної мови (NLP) та сентимент-аналізу для роботи з текстовими даними; методи технічного аналізу для обробки числових рядів; технологію RAG (Retrieval-Augmented Generation) для роботи з контекстною пам'яттю; методи математичної статистики для оцінки ефективності торгових стратегій (коефіцієнт Шарпа, максимальна просадка).

**Наукова новизна одержаних результатів.** Спроектовано метод агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют із використанням великих мовних моделей, який відрізняється від аналогів інтеграцією класичних підходів трейдингу з аналізом настроїв (sentiment-based) та використанням механізму структурованих дебатів, що дає змогу здійснювати колективне прийняття торгових рішень на основі багатовимірного аналізу ринкової інформації через систему спеціалізованих агентів штучного інтелекту та забезпечує детальне текстове пояснення логіки прийнятих рішень та підвищує їхню обґрунтованість.

**Апробація результатів кваліфікаційної роботи магістра та публікації.** Основні наукові і практичні результати роботи доповідались на XVII Всеукраїнській науково-практичній конференції “Актуальні проблеми комп’ютерних наук АПКН-2025” (м. Хмельницький, 14–15 листопада 2025 р.) та опубліковані в збірнику матеріалів конференції [1].

**Структура та обсяг роботи.** Кваліфікаційна робота магістра складається із завдання, реферату, змісту, переліку скорочень, вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань з 61 найменувань та 6 додатків. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи складає 144 сторінки, з поміж яких 96 сторінок основного тексту та 48 сторінок додатків. У роботі наведено 23 рисунки та 15 таблиць.

**Ключові слова:** криптовалюта, трейдинг, велика мовна модель (LLM), мультиагентна система, штучний інтелект, технічний аналіз, сентимент-аналіз.

## **РОЗДІЛ 1 Аналіз проблем і рішень у сфері агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют**

### **1.1 Аналіз основних понять і процесів ринку криптовалют**

В останнє десятиліття криптовалюти та технологія блокчейн стали фундаментальними рушіями цифрової трансформації у фінансовому секторі, а також у багатьох інших сферах світової економіки [2]. З одного боку, вони забезпечують децентралізацію, прозорість і новий рівень захисту даних, а з іншого боку вони породжують нові ризики, проблеми регуляції, а також валотильність ринку, що впливає на інвесторів та корпоративний сектор [3].

Незважаючи на значний потенціал, блокчейн-системи стикаються з низкою викликів: масштабованість, енергоефективність, регуляторна невизначеність та питання конфіденційності [4]. Його подальший розвиток може суттєво вплинути на архітектуру цифрових економік та соціальних інститутів у XXI столітті. Проблема волатильності, виклики масштабування, регулятивні питання та цифрова грамотність – це ключові напрямки для подальших досліджень [5].

Також важливим аспектом являються криптовалютні біржі – фундаментальна інфраструктурна складова цифрової економіки, яка забезпечує механізми обміну, ціноутворення та ліквідності для криптовалют. Для повного розуміння їхньої природи необхідно детально розглянути ключові поняття, що лежать в основі їхньої роботи, а також проаналізувати різницю між централізованими і децентралізованими платформами, а також їхню роль у процесі формування ринку та в контексті трейдингу [6].

Децентралізовані біржі (DEX) – це протоколи, побудовані на блокчейні, які дозволяють користувачам торгувати напряму зі своїх гаманців без передачі активів третій стороні. Усі операції виконуються через смарт-контракти, що гарантує прозорість і відсутність цензури [7].

Централізовані біржі (CEX) – це платформи, що функціонують за моделлю традиційних фінансових інституцій. Вони виступають як довірені посередники,

контролюючи активи користувачів, верифікуючи їхню особу і забезпечуючи високу швидкість виконання угод завдяки централізованим серверам [8].

У контексті трейдингу криптовалютні біржі виконують три ключові функції: фасилітація угод, формування цін та забезпечення ліквідності.

По-перше, біржі створюють умови для ефективного зіткнення попиту й пропозиції. Без них кожен учасник ринку мав би шукати контрагента індивідуально, що було б екстремально неефективно. СЕХ забезпечують миттєве виконання ринкових ордерів завдяки централізованій архітектурі, тоді як DEX використовують алгоритмічні механізми для автоматичного обміну [9].

По-друге, саме на біржах формується ринкова ціна криптовалюти. Ціна не є універсальною – вона варіюється між платформами в залежності від локальної ліквідності, але основні СЕХ часто виступають референтними точками для індексації цін у всій екосистемі. Арбітражні трейдери використовують ці відмінності для отримання прибутку, одночасно сприяючи вирівнюванню цін між платформами [10].

По-третє, біржі є джерелом ліквідності, що критично для стабільності ринку. Висока ліквідність дозволяє великим інституційним інвесторам входити та виходити з позицій без різких коливань цін. У випадку DEX ліквідність забезпечується спільнотою через пули, що демократизує процес, але робить його більш вразливим до волатильності та ризиків нев'язки [11].

Крім того, сучасні біржі інтегрують інструменти для технічного аналізу, алгоритмічної торгівлі, кредитного плеча та деривативів, що перетворює їх на повноцінні торговельні майданчики, порівнянні з традиційними фондовими біржами. Однак ця складність також збільшує ризики для неосвічених учасників, особливо в умовах відсутності єдиного регуляторного середовища [12].

Отже, криптовалютні біржі – це не просто технічні платформи для обміну, а складні економічні системи, які формують структуру ринку цифрових активів. Вони поєднують елементи фінансової інфраструктури, технологічної інновації та соціального контракту між учасниками, забезпечуючи одночасно ефективність, безпеку та автономію залежно від обраної моделі організації [13].

Для початку варто розібратися з основними поняттями криптовалютних бірж, які безпосередньо впливають на процес торгівлі, ціноутворення та взаємодію користувачів із платформою:

Ліквідність – це здатність активу бути швидко купленим або проданим без істотного впливу на його ринкову ціну. Висока ліквідність означає, що на біржі достатньо покупців і продавців, щоб угоди виконувалися миттєво за стабільною ціною [14].

Спред – різниця між найвищою ціною покупки і найнижчою ціною продажу. Вузкий спред свідчить про високу ліквідність, тоді як широкий спред вказує на низьку активність ринку.

Ордербук – це електронний журнал усіх відкритих лімітних ордерів на купівлю та продаж активу. Ордербук характерний для централізованих бірж. Він складається з двох сторін:

bid ціни, за які покупці готові купувати;

ask ціни, за які продавці готові продавати.

Пули ліквідності – механізм, що використовується в децентралізованих біржах замість ордербуків. Учасники депонують пари токенів у смарт-контракт, створюючи резерв, з якого інші користувачі можуть обмінювати активи. За надання ліквідності провайдери отримують комісії з угод, але несуть ризик нев'язки [15].

Комісії – винагорода, яку біржа або мережа отримує за обробку угод. На CEX це зазвичай фіксований відсоток від обсягу угоди, тоді як на DEX комісії складаються з двох частин: комісії протоколу та газових витрат мережі.

Торговельні пара – це комбінація двох активів, між якими можливий обмін на біржі. Вона визначає, який актив можна отримати в обмін на інший. Наявність різноманітних пар розширює можливості трейдингу, дозволяючи уникати постійного конвертування в фіат або стейблкоїни [16].

Токени у контексті криптовалютних бірж зазвичай відносяться до цифрового активу, що існує на основі іншого блокчейну, на відміну від коїнів, які мають власну мережу.

Багато криптовалютних бірж випускають власні нативні токени, які інтегровані в екосистему платформи [17].

Ці токени часто використовуються для:

- зниження комісій за торгівлю;
- участі в голосуваннях щодо лістингу нових активів;
- отримання пасивного доходу через стейкінг;
- доступу до ексклюзивних функцій.

Отже, нативний токен стає не лише фінансовим інструментом, а й механізмом управління та мотивації користувачів.

Маркет-мейкери – це учасники ринку які постійно виставляють як ордери на купівлю, так і на продаж, забезпечуючи ліквідність. Вони отримують прибуток за рахунок спреда між bid і ask [18].

Глибина ринку – це міра того, наскільки великий обсяг активу можна купити або продати без істотного впливу на ціну. Вона візуалізується через графік, що показує обсяги ордерів на різних рівнях цін. Висока глибина означає, що навіть великі угоди не спричинять різких коливань.

Обсяг торгівлі – це загальна вартість активів, обмінаних на біржі за певний період. Високий обсяг свідчить про активність ринку, довіру користувачів і надійність ціноутворення.

Ці поняття разом формують мову крипторинку і дозволяють трейдерам, інвесторам та аналітикам ефективно оцінювати умови торгівлі, порівнювати платформи та приймати обґрунтовані рішення. Без розуміння таких термінів неможливо повноцінно взаємодіяти з сучасними криптовалютними біржами – ні як з технічними інструментами, ні як з економічними інститутами.

Трейдинг криптовалютою це діяльність, спрямована на купівлю та продаж цифрових активів з метою отримання прибутку від коливань їхньої ринкової вартості. Існує кілька ключових підходів до трейдингу, кожен з яких відрізняється часовим горизонтом, рівнем активності, методами аналізу та профілем ризику.

Скальпінг – найбільш інтенсивна форма трейдингу, орієнтована на отримання мінімального, але частого прибутку від мікроколивань цін. Угоди тривають від

кількох секунд до кількох хвилин. Ця стратегія вимагає високої швидкості реакції, низьких комісій та прямого доступу до глибини ринку. Скальпери часто використовують Level 2-дані, наприклад ордербук у реальному часі, і зосереджуються на парах з високою ліквідністю [19].

Дейтрейдинг – передбачає відкриття та закриття позицій у межах одного торгового дня, щоб уникнути ризиків, пов'язаних із нічною волатильністю або зовнішніми подіями. Дейтрейдери спираються на технічний аналіз, використовуючи технічні індикатори та патерни графіків для ідентифікації точок входу та виходу [20].

Свінг-трейдинг – орієнтований на середньострокові коливання – від кількох днів до кількох тижнів. Цей підхід поєднує елементи технічного та фундаментального аналізу, де трейдер може відстежувати не лише технічні індикатори та графічні моделі, а й події в екосистемі, які можуть спричинити хвилі цінової активності.

Позиційний трейдинг – найближчий до інвестування, але все ж залишається активною стратегією. Він базується на аналізі макротрендів, таких як цикли халвінгу Bitcoin, макроекономічні показники, або глобальні зрушення в регуляторній політиці. Позиції можуть утримуватися місяцями або навіть роками, але з постійним моніторингом ключових рівнів підтримки та опору [21].

Окрім часових рамок, важливим є методологічний підхід. Більшість трейдерів використовують комбінацію технічного аналізу, який вивчає історичні ціни та обсяги для прогнозування майбутніх рухів, і фундаментального аналізу, що оцінює внутрішню цінність активу на основі його технологічної архітектури, команди, спільноти, випуску токенів та інтеграції в реальні економічні процеси [22].

У крипторинку також набуває поширення ончейн-аналіз – вивчення даних безпосередньо з блокчейну, наприклад, активність гаманців, обсяги транзакцій, резерви на біржах, що дозволяє виявляти ранні сигнали змін у поведінці ринку [23].

Центральну роль у трейдингу відіграють ключові поняття, такі як волатильність, ліквідність, маржинальна торгівля, стоп-лосс і тейк-профіт ордери, а також технічний і фундаментальний аналіз.

Волатильність, характерна для криптовалютного ринку, одночасно створює можливості для значного прибутку та підвищує ризик збитків. Ліквідність визначає

легкість, з якою актив може бути куплений або проданий без істотного впливу на його ціну. Маржинальна торгівля дозволяє трейдерам використовувати кредитні кошти для збільшення розміру позицій, що посилює як потенційний прибуток, так і можливі збитки [24]. Ордери типу стоп-лосс і тейк-профіт слугують інструментами управління ризиками, автоматично закриваючи угоди при досягненні певних цінових рівнів. Технічний аналіз ґрунтується на інтерпретації історичних цінових даних і графіків, тоді як фундаментальний аналіз оцінює внутрішню цінність активу на основі його технологічних, економічних і соціальних характеристик [25].

У сукупності трейдинг криптовалютою є складним, динамічним процесом, що вимагає глибокого розуміння як ринкових механізмів, так і поведінкових аспектів учасників. Трейдинг криптовалютою є багатогранною діяльністю, що поєднує елементи мистецтва, науки та інженерії. Він вимагає не лише знання ринкових механізмів, а й здатності інтегрувати різні аналітичні підходи, адаптуватися до технологічних інновацій і управляти психологічними аспектами торгівлі [26]. Розвиток автоматизованих систем трансформує трейдинг із індивідуальної практики в колективну, алгоритмічну екосистему, де людина все частіше виступає не як виконавець, а як стратег і архітектор торгових систем. У цьому контексті успіх на крипторинку визначається не лише інтуїцією або удачею, а системним підходом, дисципліною та постійним навчанням у середовищі, що постійно еволюціонує. Його ефективність залежить не лише від технічних навичок, а й від дисципліни, емоційного контролю та здатності адаптуватися до постійних змін у середовищі, яке залишається одним із найбільш нестабільних і перспективних сегментів сучасної фінансової системи [27].

## **1.2 Аналіз проблем ринку криптовалют**

Криптовалютний ринок, незважаючи на свою динамічність, інноваційність і зростаючу інтеграцію в глобальну фінансову систему, стикається з низкою системних і структурних проблем, які суттєво впливають як на його загальну стабільність, так і на ефективність трейдингу. Ці проблеми мають як технічну, так і регуляторну,

економічну та поведінкову природу, формуючи складне середовище для учасників ринку.

Однією з найбільш гострих проблем крипторинку є його висока волатильність. Хоча вона створює можливості для швидкого прибутку, вона також несе значні ризики, особливо для недосвідчених трейдерів. Різкі коливання цін можуть бути спровоковані навіть незначними подіями – від заяви відомого інвестора до змін у регуляторній політиці окремої країни. Волатильність криптовалютного ринку не є лише наслідком спекуляцій – вона є його інтегральною характеристикою, зумовленою низкою фундаментальних факторів.

По-перше, ринок залишається відносно малим у порівнянні з традиційними фінансовими активами, загальна капіталізація всіх криптовалют станом на 2025 рік становить менше 3% від ринкової вартості золота або рівна капіталізації акцій лише однієї компанії, такої як Apple. Це означає, що навіть помірні обсяги капіталу можуть викликати значні коливання цін.

По-друге, відсутність чітких фундаментальних метрик для оцінки «справедливої» вартості багатьох криптоактивів ускладнює формування стабільного цінового рівня. На відміну від акцій, де ціна частково відображає очікувані грошові потоки, або облігацій – гарантовані виплати, більшість криптовалют, окрім стейблкоїнів, не мають внутрішнього доходу, що робить їхню ціну майже повністю залежною від сприйняття, попиту та мережевих ефектів [28].

У контексті трейдингу ця структурна нестабільність створює парадокс: з одного боку, вона забезпечує можливість для високодохідних угод; з іншого -робить будь-яку стратегію вразливою до непередбачуваних подій, які можуть зруйнувати навіть найкраще обґрунтовані прогнози. Крім того, висока волатильність ускладнює управління ризиками, оскільки класичні моделі, такі як Value at Risk, часто недооцінюють потенційні збитки в умовах екстремальних рухів.

Це ускладнює прогнозування та аналіз ринкових рухів, знижує ефективність аналітичних моделей і збільшує ймовірність емоційно мотивованих помилок, що часто призводить до значних фінансових втрат.

Регуляторна невизначеність також залишається ключовим викликом. На глобальному рівні відсутні уніфіковані правила регулювання криптовалют, що призводить до фрагментації ринку. У той час як одні країни активно легалізують цифрові активи та інтегрують їх у фінансову систему, інші вводять обмеження або повні заборони. Для трейдерів це означає постійну нестабільність правового середовища, ризик блокування активів, обмеження доступу до певних платформ або навіть кримінальну відповідальність у разі порушення місцевого законодавства. Крім того, відсутність чітких норм ускладнює захист прав інвесторів, особливо в ситуаціях зловживання або банкрутства бірж [29].

Технологічні ризики становлять ще один важливий аспект проблематики крипторинку. Безпека децентралізованих систем, хоча й базується на криптографічних протоколах, не є абсолютною. Історія криптовалютного ринку налічує численні випадки хакерських атак, експлуатації вразливостей смарт-контрактів, а також втрати приватних ключів, що призводять до незворотних втрат коштів. Для трейдерів це означає необхідність постійного контролю над безпекою своїх активів, що особливо складно в умовах активного трейдингу, коли кошти часто перебувають на біржах – потенційних мішенях для кібератак [30].

Крім того, ринок страждає від проблеми маніпуляцій. Через відносно низьку ліквідність багатьох активів, особливо альткоїнів, групи трейдерів або організацій можуть штучно впливати на ціни, використовуючи такі практики, як «памп-енд-дамп» або фейкові обсяги торгівлі. Це спотворює ринкову картину, ускладнює об'єктивний аналіз і створює нерівні умови для звичайних учасників. У контексті трейдингу такі маніпуляції можуть призвести до прийняття помилкових рішень на основі хибних сигналів, що знижує загальну ефективність торгових стратегій [31].

Окремо слід зазначити проблему інформаційної асиметрії та надмірної залежності від соціальних мереж. У крипторинку величезну роль відіграють інфлюенсери, спільноти та меми, що часто замінюють фундаментальний аналіз. Це призводить до формування спекулятивних бульбашок, коли активи ростуть не через реальну цінність, а через масовий ентузіазм. Для трейдерів таке середовище

ускладнює відокремлення обґрунтованих сигналів від шуму, збільшуючи ймовірність участі в ризикованих угодах без належного аналізу.

Нарешті, психологічний аспект також є невід'ємною частиною проблематики трейдингу. Висока волатильність, постійний потік інформації та можливість швидкого збагачення або втрати створюють стресове середовище, у якому важко зберігати раціональне мислення. Багато трейдерів, особливо початківців, піддаються ефекту FOMO (страх пропустити вигідну угоду) або паніці під час різких падінь, що призводить до ірраціональних дій і систематичних збитків [32].

Отже, криптовалютний ринок, хоча й пропонує унікальні можливості, характеризується комплексом взаємопов'язаних проблем, які впливають як на його макроструктуру, так і на мікрорівень трейдингу. Проблеми криптовалютного ринку є багатовимірними і взаємопов'язаними. Вони походять не лише з технологічної незрілості, але й з інституційної вакуумності, поведінкової ірраціональності та структурної асиметрії між учасниками. У контексті трейдингу ці проблеми ускладнюють прогнозування, підвищують операційні та фінансові ризики, а також створюють середовище, де успіх часто залежить менше від аналітичних навичок, а більше від випадку, швидкості реакції або доступу до привілейованої інформації. Подолання цих викликів вимагає не лише розвитку регуляторних механізмів і технологічної інфраструктури, а й підвищення фінансової грамотності учасників, формування культури раціонального підходу до торгівлі та поступового встановлення більш прозорих і стабільних ринкових умов.

### **1.3 Аналіз теоретичних рішень**

Розробка системи агентно-орієнтованого аналізу крипторинку з використанням великих мовних моделей вимагає критичної оцінки наявних теоретичних підходів та їх застосовуваності в умовах специфічного середовища крипто-ринків. Встановлено, що вибір архітектури та алгоритмічних компонентів безпосередньо впливає на ефективність, адаптивність та надійність системи прийняття рішень.

Класичні підходи до аналізу крипторинку базуються на традиційних техніках технічного аналізу, які зародилися у традиційних фінансових ринках і адаптовані для цифрових активів. Встановлено, що найпоширеніші методи включають використання ковзних середніх (Moving Averages), індексу відносної сили (RSI), конвергенції-дивергенції ковзних середніх (MACD) та інших індикаторів, засновані на аналізі цінових рухів та обсягів торгівлі. Дослідження з аналізом 60 років історичних даних індексу FT30 продемонстрували, що простої стратегії технічного аналізу можуть перевищити результати базового підходу "купи та тримай" в залежності від певних параметрів налаштування [33].

Основна характеристика цих методів полягає в їх залежності від попередньо встановлених правил та фіксованих параметрів, які не адаптуються до змінних умов ринку. Хоча такі підходи демонструють певну ефективність, вони обмежені здатністю обробляти складні нелінійні закономірності та множинні типи даних одночасно. Статистичний арбітраж представляє розширення цього напрямку, ідентифікуючи та експлуатуючи статистичні похибки у ціноутворенні пов'язаних активів [34]. Однак традиційні методи труднощів справляються з характеристиками крипторинку, зокрема його високою волатильністю та нецілодобовим характером торгівлі.

Класичні методи технічного аналізу, незважаючи на їх історичну значущість у традиційних фінансових ринках, демонструють обмежену перспективність для крипторинку. Основна причина полягає в тому, що крипторинки функціонують безперервно, без перерв на вихідні та свята, що створює унікальні умови, принципово відмінні від традиційних ринків. Крім того, екстремальна волатильність криптоактивів, яка часто досягає 20-30% за день, робить традиційні ковзні середні, RSI та MACD індикатори недостатньо чутливими до раптових змін ринкової настрою. Однак класичні методи не повинні бути повністю відкинуті – вони слугують корисним бенчмарком для порівняння ефективності більш сучасних підходів та забезпечуватимуть базове розуміння технічних патернів у часових рядах.

Дослідження динаміки фінансових ринків, зокрема ринку криптовалют, традиційно спиралося на економетричні моделі та методи технічного аналізу. Однак,

висока волатильність та значний вплив інформаційного шуму на ціноутворення криптоактивів вимагають застосування більш адаптивних підходів. У цьому контексті агентно-орієнтоване моделювання у поєднанні з великими мовними моделями розглядається як перспективний напрямок для створення симуляцій, наближених до реальної поведінки учасників ринку.

Класичні методи фінансового моделювання, такі як стохастичні диференціальні рівняння або моделі загальної рівноваги, часто виходять з припущення про раціональність економічних агентів та однорідність їхніх очікувань. Проте, як зазначають дослідники, ринок криптовалют характеризується високим ступенем ірраціональності та стадної поведінки.

Для вирішення цієї проблеми було запропоновано використання мультиагентних систем. У таких системах ринок розглядається як складна адаптивна система, де глобальна динаміка цін є емерджентним результатом взаємодії автономних агентів. Ранні дослідження в цій галузі використовували агентів з «нульовим інтелектом», які діяли випадково в межах бюджетних обмежень [35]. Хоча такі моделі могли відтворювати деякі статистичні властивості ринку, вони не були здатні обробляти зовнішній інформаційний контекст.

Великі мовні моделі та багатоагентні системи на їх основі представляють найвищий рівень перспективності для даного дослідження. LLM природним чином обробляють текстові дані – новини, твіти, форуми, технічні документи – які є критичними для розуміння крипторинку, де сентимент часто випереджає ціни.

Сучасні дослідження фокусуються на наділенні агентів когнітивними здібностями. Впровадження методів навчання з підкріпленням дозволило агентам оптимізувати свої стратегії методом спроб і помилок. Однак, критичним обмеженням таких систем залишалася нездатність агентів інтерпретувати неструктуровані текстові дані, які часто є тригерами ринкових рухів [36].

Поява трансформерних архітектур та великих мовних моделей створила передумови для якісного стрибка в агентному моделюванні. На відміну від попередніх методів обробки природної мови, таких як BERT або Bag-of-Words,

сучасні LLM здатні не лише визначати сентимент тексту, але й розуміти контекст, причинно-наслідкові зв'язки та іронію.

Деякі дослідження показали, що використання LLM для аналізу заголовків фінансових новин дозволяє передбачати рух цін акцій точніше, ніж традиційні методи сентимент-аналізу [37]. Це підтверджує гіпотезу, що агенти на базі LLM можуть виступати ефективними проксі для моделювання поведінки реальних інвесторів.

Ключовою перевагою інтеграції LLM в агентні системи є можливість використання промпт-інжинірингу для створення різноманітних персон. Агенти на базі LLM здатні запам'ятовувати минулі події, рефлексувати над ними та планувати майбутні дії [38]. У контексті крипторинку це означає можливість створення агентів з різними профілями ризику, наприклад «консервативний холдер» проти «агресивного дейтрейдера», які по-різному реагують на одну й ту ж новину.

Аналіз літератури дозволяє виокремити базову архітектуру сучасного інтелектуального агента для фінансових симуляцій. Вона включає три основні компоненти:

- модуль сприйняття – відповідає за збір ринкових даних та текстової інформації;
- модуль пам'яті – зберігає історію транзакцій та «досвід» агента, що дозволяє реалізувати механізм навчання;
- модуль прийняття рішень – використовує LLM для генерації дій на основі промптів.

Особливу увагу в теоретичних роботах приділяється методу ланцюжка думок. Встановлено, що використання ланцюжка думок значно підвищує логічну узгодженість дій агентів та знижує рівень «галюцинацій» моделі [39].

В основі функціонування таких агентів зазвичай також лежить фреймворк ReAct (Reasoning and Acting), який дозволяє моделям не лише генерувати текст, а й чергувати фази міркування з виконанням дій у зовнішньому середовищі, наприклад, здійснювати запити до фінансових баз даних або запускати розрахунки технічних індикаторів [46]. Стан середовища є спільним та моніториться агентами, що дозволяє їм виконувати контекстно-відповідні дії, такі як проведення досліджень, виконання

угод, участь у дебатах або управління ризиками. Цей дизайн забезпечує колаборативний, динамічний процес прийняття рішень, що відображає реальні торгові системи [47].

Крім того, LLM забезпечують експліцитну обґрунтованість своїх рішень, генеруючи текстові аналізи, на відміну від чорної скриньки нейронних мереж. Конкретні дослідження демонструють суттєві результати: спеціалізовані LLM-агенти, які поєднують аналіз блокчейн-даних та позаблокчейнових сигналів, демонструючи продуктивність у максимізації прибутків у різних крипто-валютах та ринкових умовах [40].

Багатоагентна LLM-система Luo et al. інтегрувала спеціалізовані агенти для аналізу даних, інтеграції наукової літератури та прийняття інвестиційних рішень для крипто-валют, використовуючи модулі експертного навчання на багатомодальних даних. Результати показали, що така система перевищує однопрефіксні моделі та бенчмарки ринку у класифікації, ціноутворенні активів та портфельних показниках. Адаптивні мультиагентні системи досягли 30% вищих повернень у бичачих фазах ринку та 15% загального приросту в порівнянні з базовою стратегією купи та тримай. FS-ReasoningAgent показав покращення на 7% для BTC, 2% для ETH та 10% для SOL порівняно з базовими лініями. Однак, LLM-агенти мають суттєві виклики, які необхідно враховувати при розробці [41].

Першим таким критичним обмеженням є ризик галюцинацій – здатність LLM генерувати правдоподібні, але повністю вигадані аналізи та рекомендації. Це створює серйозну загрозу для комерційної реалізації торгових систем, де помилкові рішення призводять до втрати капіталу [42].

Більшість існуючих фреймворків агентів на основі LLM використовують природну мову як основний комунікаційний інтерфейс, зазвичай через структуровану історію повідомлень або колекції повідомлень, згенерованих агентами. Однак покладання виключно на природну мову часто виявляється недостатнім для вирішення складних, довгострокових завдань, які вимагають великих горизонтів планування.

Щоб вирішити це обмеження потрібно проаналізувати як ці проблеми вирішує один з фреймворків типу MetaGPT, які приймають структурований підхід до комунікації. Модель запроваджує структурований протокол комунікації для керування взаємодіями агентів. Чітко визначаючи стан кожного агента, ми забезпечуємо, що кожна роль лише витягує або запитує необхідну інформацію, обробляє її та повертає завершений звіт [44]. Цей оптимізований підхід:

- зменшує непотрібні кроки;
- знижує ризик пошкодження повідомлень;
- підтримує взаємодії зосередженими та ефективними, навіть у складних,

довгострокових завданнях.

З цього можна зробити висновок що агенти в рамках розроблюваного методу повинні комунікувати переважно через структуровані документи та діаграми. Ці документи інкапсулюють висновки агентів у стислі, добре організовані звіти, які зберігають суттєвий зміст, уникаючи нерелевантної інформації. Використовуючи структуровані звіти, агенти можуть запитувати необхідні деталі безпосередньо з глобального стану, усуваючи потребу в довгих розмовах, які ризикують розбавити інформацію, безкінечно подовжити стан повідомлення та викликати втрату даних [45].

Другим обмеженням є затримка LLM API, яка коливається від 0.27 секунд до 2.03 секунд . Для стратегій трейдингу, де позиції утримуються на годинах або днях, таке затримка є прийнятною, проте для більш агресивних стратегій може стати критичною [43].

Третім обмеженням є залежність від комерційних API – більшість потужних LLM є закритими моделями, що порушує приватність даних та обмежує можливості кастомізації .

Четвертим обмеженням є вартість – запити до LLM API можуть бути суттєво дорогими при високочастотному трейдингу, хоча для стратегій трейдингу з більшим часовим вікном витрати залишаються контрольованими.

П'ятим обмеженням є специфіка крипторинку – цілодобова торгівля вимагає, щоб LLM-системи працювали цілодобово без перерв, що ставить вимоги до інфраструктури та моніторингу.

Аналіз теоретичних джерел свідчить про те, що інтеграція великих мовних моделей у каркас мультиагентних систем є найбільш актуальним підходом до моделювання криптовалютного ринку. Перехід від простих алгоритмічних агентів до генеративних агентів дозволяє врахувати психологічні та інформаційні фактори ціноутворення, які раніше ігнорувалися.

Рекомендація для розроблення оптимальної архітектури передбачає трирівневу структуру.

Першим рівнем є факторна генерація, яка використовує традиційні технічні індикатори для виділення технічних ознак та тренів з часових рядів.

Другим рівнем є LLM-агентна система, яка складається зі спеціалізованих агентів – агенту технічного аналізу, агенту фундаментального аналізу, агенту сентимент-аналізу, агенту управління ризиками та трейдер-агента, які взаємодіють через механізми дебатів та вербального зворотного зв'язку.

Третім рівнем є виконавчий рівень, що забезпечує детерміновані правила управління ризиками, контроль позицій та дисципліну виконання торгів.

Така архітектура дозволяє кожному рівню виконувати свою функцію з максимальною ефективністю, уникаючи конфлікту між потребою в адаптивності та потребою в контрольованості.

На основі комплексного аналізу встановлено, що для досягнення максимальної перспективності та практичної застосовуваності дослідження агентно-орієнтованого аналізу крипторинку, необхідно сконцентруватися на розробці мультиагентної системи на основі великих мовних моделей з механізмами вербального зворотного зв'язку та структурованих дебатів. Класичні методи можуть слугувати факторними компонентами та бенчмарками. Такий гібридний підхід гарантує, що система матиме як аналітичну потужність нейронних мереж, так й експліцитність та адаптивність LLM-агентів, усе це в межах суворого контролю ризиків та прозорості рішень.

## 1.4 Мета та постановка задачі дослідження

У результаті проведеного аналізу сучасних джерел встановлено, що наразі є потреба в удосконаленні інструментів автоматизованого трейдингу. Традиційні методи технічного аналізу часто виявляються неефективними через нездатність врахувати вплив інформаційного шуму та новинного фону, тоді як існуючі рішення на базі штучного інтелекту страждають від проблеми «галюцинацій» та відсутності прозорості в прийнятті рішень. Науково-технічна задача полягає в необхідності створення системи, яка б поєднувала високу точність LLM з механізмами верифікації та багатофакторного аналізу.

Отже, метою роботи є підвищення ефективності прийняття торгових рішень на криптовалютному ринку через проєктування та інтеграцію методу агентно-орієнтованого аналізу з використанням великих мовних моделей на основі багатоагентної архітектури.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі завдання:

1. Проаналізувати наявні підходи до автоматизованого інвестиційного аналізу криптоактивів із використанням багатоагентних систем та LLM.
2. Спроекувати метод агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют із використанням великих мовних моделей.
3. Розробити агентів-аналітиків для обробки ринкових даних та соціального настрою з використанням спеціалізованих інструментів.
4. Виконати програмну реалізацію методу агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют у вигляді вебзастосунку.
5. Провести експериментальне дослідження ефективності запропонованого методу на історичних та реальних даних, а також порівняти результати з традиційними стратегіями.

Розв'язання цих завдань дасть змогу створити інструмент, що забезпечить високу точність прогнозів та надасть детальне текстове пояснення логіки інвестиційних рішень, мінімізуючи ризики, притаманні «чорним скринькам» штучного інтелекту.

## **РОЗДІЛ 2 Проєктування методу агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют з використанням великих мовних моделей**

### **2.1 Розробка концептуальної схеми методу та архітектури взаємодії агентів**

Призначення LLM-агентам чітких, добре визначених ролей з конкретними цілями дозволяє розбити складні завдання на менші, керовані підзавдання. Криптовалютна торгівля є прикладом такої складності, що вимагає інтеграції різноманітних сигналів, входів та спеціалізованої експертизи. У реальному світі цей підхід до управління складністю демонструється торговими підходами, які покладаються на дані з різних джерел задля прийняття торгових рішень, підкреслюючи багатогранну природу завдання.

У типовому торговому підході збираються величезні обсяги даних, включаючи фінансові показники, рухи цін, обсяги торгівлі, дані про історичну ефективність, економічні індикатори та настрої новин. Потім ці дані аналізуються, використовуючи прогресивні інструменти та алгоритми для виявлення трендів та прогнозування ринкових рухів.

Враховуючи всю специфіку даного процесу метод агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют з використанням великих мовних моделей визначає шість різних ролей агентів:

- аналітик соціальних мереж;
- аналітик новин;
- технічний аналітик;
- дослідник ринку;
- трейдер;
- ризик-менеджер.

Кожному агенту призначено конкретне ім'я, роль, ціль та набір обмежень, разом з попередньо визначеними контекстом, ролями, цілями та інструментами, налаштованими для їхньої функції (рисунок 2.1).

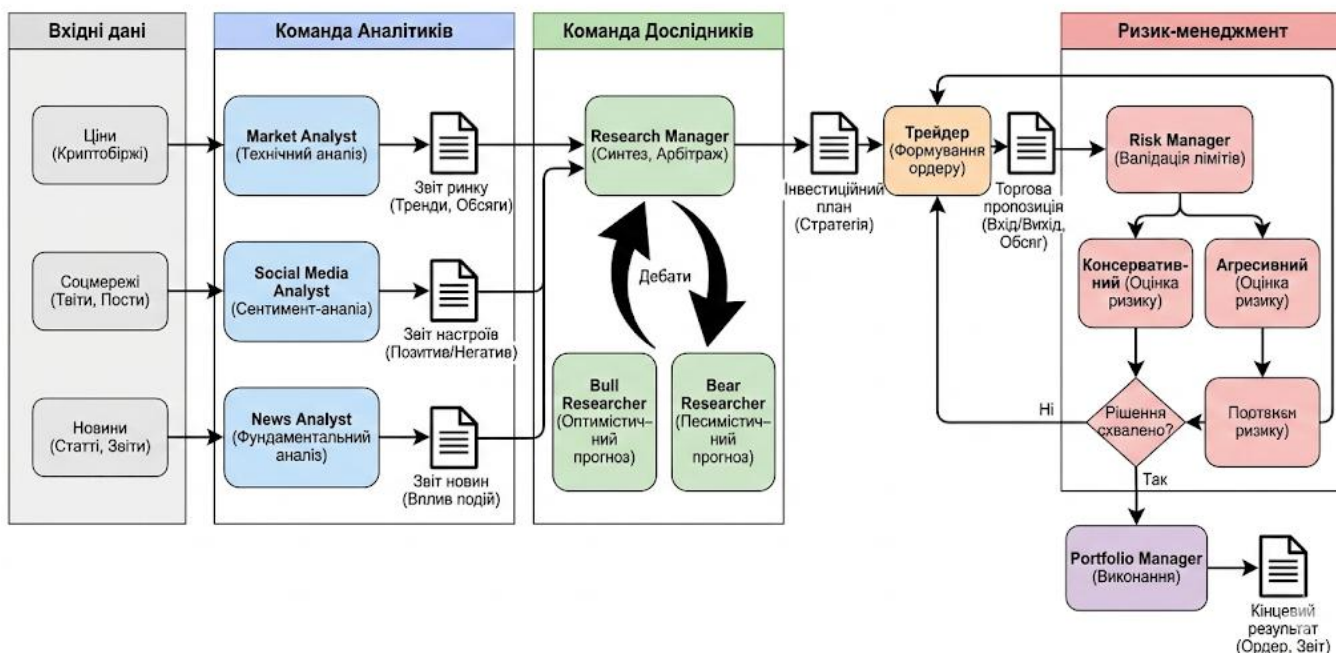


Рисунок 2.1 – Схема роботи методу агентно-орієнтованого аналізу крипторинку

Команда аналітиків складається зі спеціалізованих агентів, відповідальних за збір та аналіз різних типів ринкових даних для інформування торгових рішень (рисунок 2.2). Кожен агент зосереджується на конкретному аспекті ринкового аналізу, об'єднуючи комплексне бачення ринкових умов.

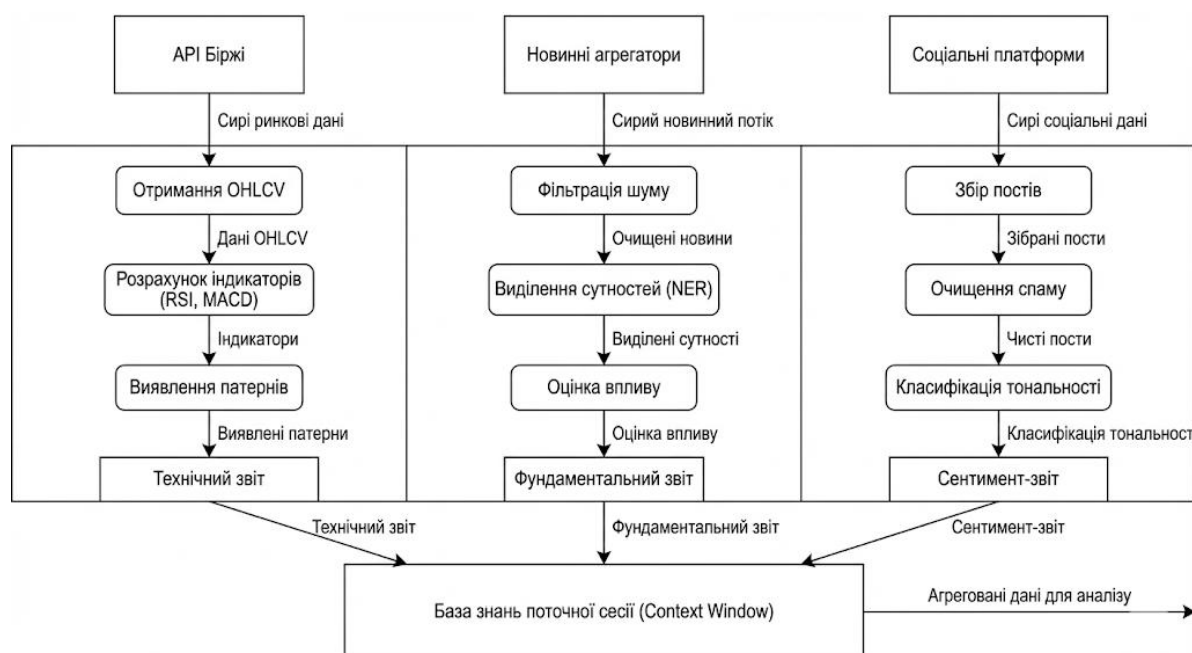


Рисунок 2.2 – Схема структури команди аналітиків

Агенти аналізу постів обробляють великі обсяги постів у соціальних мережах, оцінок настроїв та настроїв інсайдерів, отриманих з публічної інформації та активності в соціальних мережах. Вони оцінюють ринкові настрої для прогнозування того, як колективна поведінка інвесторів може вплинути на ціни акцій у короткостроковій перспективі.

Агенти аналізу новин аналізують новинні статті, урядові оголошення та інші макроекономічні індикатори для оцінки макроекономічного стану ринку, основних світових подій та значних змін у компаніях. Вони виявляють новинні події, які можуть вплинути на ринкові рухи, допомагаючи передбачити раптові зміни в ринковій динаміці.

Агенти технічного аналізу обирають релевантні технічні індикатори, налаштовані для конкретних активів. Вони аналізують цінові патерни та обсяги торгівлі для прогнозування майбутніх рухів цін, допомагаючи визначити час входу та виходу з позицій.

Спільно, команда аналітиків синтезує дані з кількох джерел для надання цілісного ринкового аналізу. Їхні комбіновані висновки формують фундаментальний вхід для команди дослідників, забезпечуючи, що всі аспекти ринку враховуються в наступних процесах прийняття рішень.

Команда дослідників відповідає за критичну оцінку інформації, наданої командою аналітиків. Складається з агентів, які приймають як бичачі, так і ведмежі перспективи, вони беруть участь у кількох раундах дебатів для оцінки потенційних ризиків та переваг інвестиційних рішень (рисунок 2.3).

Бичачі дослідники виступають за інвестиційні можливості, підкреслюючи позитивні індикатори, потенціал зростання та сприятливі ринкові умови. Вони будують аргументи на підтримку ініціювання або продовження позицій у певних активах.

Ведмежі дослідники навпаки зосереджуються на потенційних негативних аспектах, ризиках та несприятливих ринкових сигналах. Вони надають застережливі висновки, ставлячи під сумнів життєздатність інвестиційних стратегій та підкреслюючи можливі негативні результати.

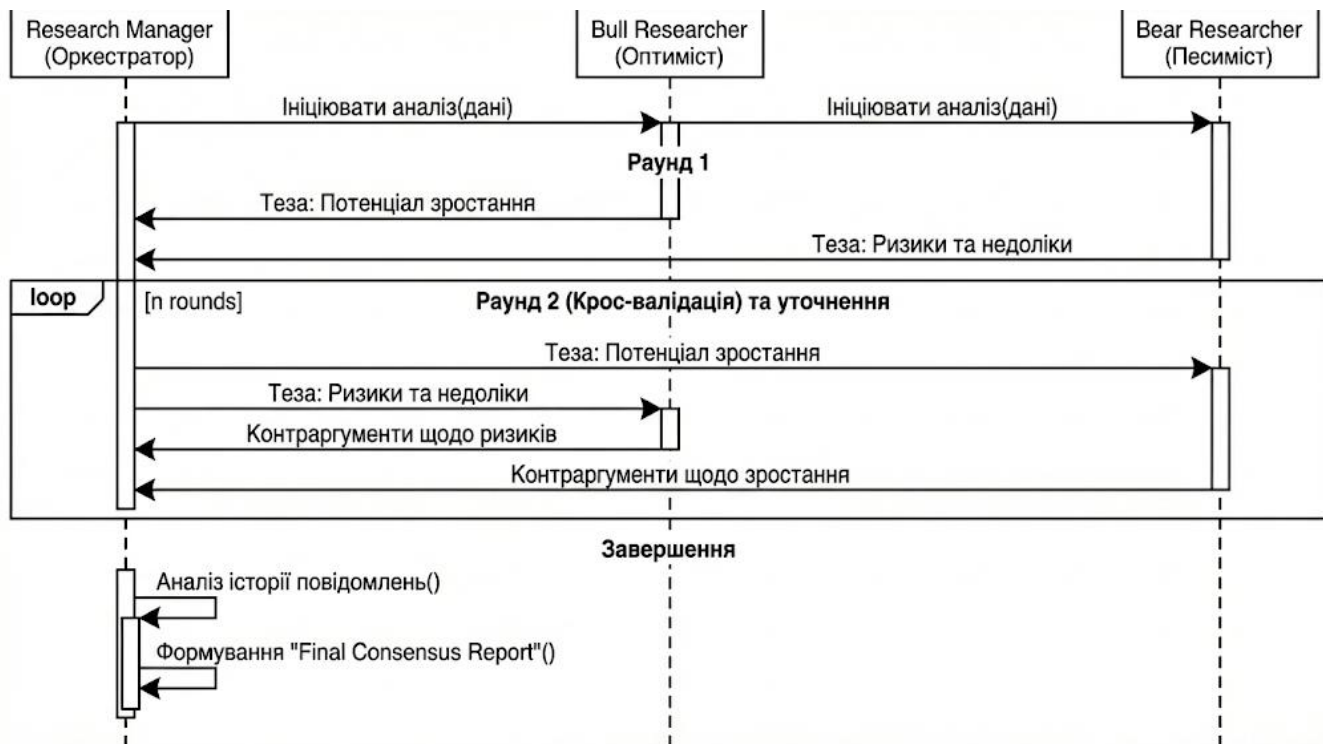


Рисунок 2.3 – Схема процесу оптимістичної та песимістичної оцінки командою дослідників перспектив інвестицій.

Через цей діалектичний процес команда дослідників прагне досягти збалансованого розуміння ринкової ситуації. Їхній ретельний аналіз допомагає виявити найперспективніші інвестиційні стратегії, одночасно передбачаючи можливі виклики. Отже, допомагаючи агентам-трейдерам приймати обґрунтовані рішення.

Агенти-трейдери відповідають за формування торгових рекомендацій на основі комплексного аналізу, наданого командою аналітиків, та нюансованих перспектив команди дослідників. Вони оцінюють синтезовану інформацію, враховуючи як кількісні дані, так і якісні висновки, для визначення оптимальних торгових дій (рисунок 2.4).

Процес прийняття рішень трейдером. Завдання агентів-трейдерів включають:

- оцінку рекомендацій та висновків від аналітиків і дослідників;
- прийняття рішень щодо часу та розміру угод;
- розміщення наказів на купівлю або продаж на ринку;

– коригування розподілу портфеля у відповідь на ринкові зміни та нову інформацію.

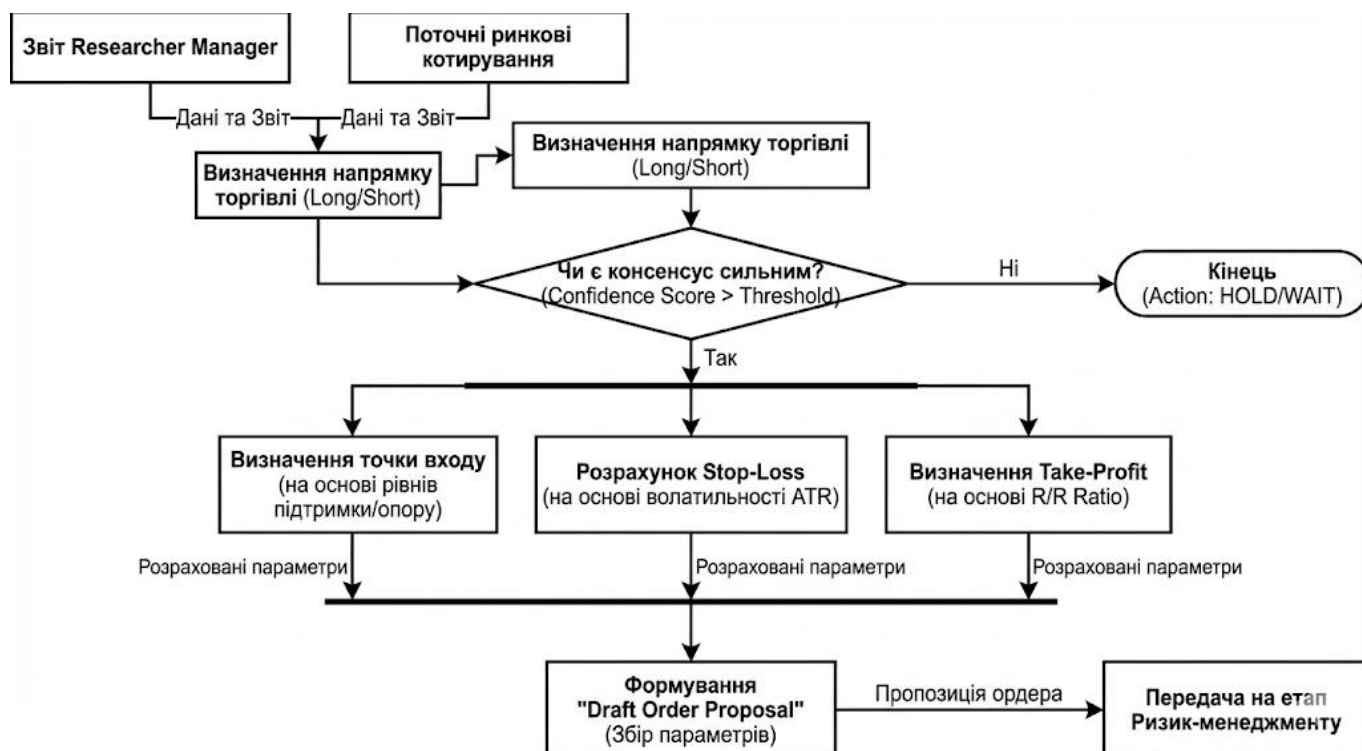


Рисунок 2.4 – Процес прийняття рішення агентом-трейдером

Агенти-трейдери балансують потенційні прибутки з пов'язаними ризиками, приймаючи своєчасні рішення в динамічному ринковому середовищі. Їхні дії безпосередньо впливають на ефективність методу, що вимагає високого рівня точності та стратегічного мислення.

Команда ризик-менеджменту контролює та управляє експозицією різних ринкових ризиків. Ці агенти постійно оцінюють профіль ризику портфеля, забезпечуючи, щоб торгова діяльність залишалася в межах попередньо визначених параметрів ризику та відповідала регуляторним вимогам (рисунок 2.5).

Обов'язки команди ризик-менеджменту включають:

- оцінку факторів, таких як ринкова волатильність, ліквідність та ризики контрагентів;
- впровадження стратегій пом'якшення ризиків, таких як встановлення стоп-лосс ордерів або диверсифікація холдингів;

- вадання зворотного зв'язку агентам-трейдерам щодо експозиції до ризику та пропонування коригувань торгових стратегій;
- забезпечення відповідності загального портфеля толерантності фірми до ризику та інвестиційним цілям.

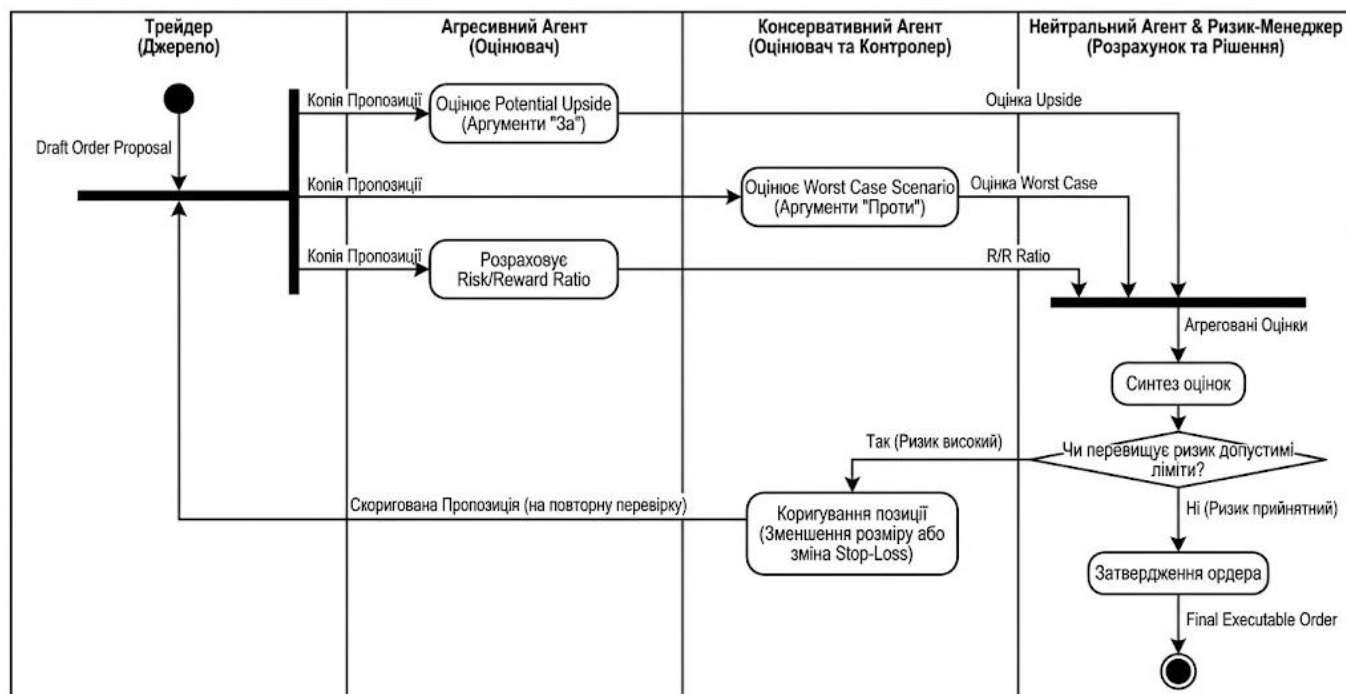


Рисунок 2.5 – Процес прийняття рішення командою ризик-менеджменту

Надаючи нагляд та керівництво, команда ризик-менеджменту допомагає підтримувати фінансову стабільність фірми та захищати від несприятливих ринкових подій. Вони відіграють вирішальну роль у захисті активів та забезпеченні стійкої довгострокової ефективності. Отже, запропонований метод може вирішити ключові обмеження існуючих підходів, представляючи систему, яка долає ці виклики.

## 2.2 Функціональна роль великих мовних моделей у забезпеченні роботи агентів

Інтеграція великих мовних моделей у сферу фінансового аналізу та алгоритмічної торгівлі знаменує собою фундаментальний зсув парадигми від суто

кількісних методів до семантично-когнітивних підходів. У рамках методу агентно-орієнтованого аналізу ринку великі мовні моделі перестають бути пасивними інструментами обробки природної мови і трансформуються в автономних агентів, здатних до імітації складних когнітивних процесів, притаманних професійним учасникам ринку. Центральною ідеєю цього підходу є створення віртуальної торгової організації, де кожен агент на базі LLM виконує спеціалізовану роль, відтворюючи структуру реальних інвестиційних фондів. Дослідження демонструють, що використання мультиагентних систем дозволяє подолати обмеження поодиноких моделей, зокрема в аспектах, що стосуються "галюцинацій", обмеженого контекстного вікна та здатності до багатоетапного планування [48].

Критичним аспектом використання LLM у запропонованому методі є імітація соціальної динаміки прийняття рішень. На відміну від традиційних алгоритмів, які діють лінійно, мультиагентна система на базі LLM агентів впроваджує механізми дебатів та дискусій між агентами з різними установками.

Зокрема, впровадження в рамках методу агентів-дослідників з діаметрально протилежними поглядами – "бичачими" та "ведмежими", що дозволяє всебічно оцінити ринкову ситуацію. "Бичачий" агент фокусується на пошуку сигналів зростання та позитивних новин, тоді як "Ведмежий" агент цілеспрямовано шукає ризики та ознаки переоцінки активу. Цей процес діалектичної взаємодії, що реалізується через серію раундів обміну аргументами, дозволяє значно знизити рівень упередженості, притаманний поодиноким моделям, та підвищити обґрунтованість фінального торгового рішення [49]. Важливо зазначити, що такий підхід не лише покращує метрики прибутковості, але й забезпечує високий рівень інтерпретованості рішень, оскільки кожен крок логічного висновку фіксується у вигляді текстових протоколів дебатів, що є суттєвою перевагою над моделями глибокого навчання типу "чорна скринька".

Окремої уваги заслуговує використання LLM агентів для управління ризиками. В рамках методу створюється спеціалізована група агентів-ризик-менеджерів, функція яких полягає не в генерації торгових ідей, а в критичній оцінці пропозицій трейдерів. Ці агенти аналізують потенційні угоди через призму

волатильності, ліквідності та загального стану портфеля, забезпечуючи дотримання встановлених обмежень на втрати. Вони використовують здатність LLM до контекстуального розуміння для виявлення прихованих ризиків, які можуть не відображатися в стандартних числових метриках, наприклад, ризиків, пов'язаних з геополітичними подіями або змінами в регуляторному середовищі [50]. Така архітектура дозволяє створити систему стримувань і противаг, аналогічну тій, що існує в реальних фінансових інституціях, де торговий департамент відокремлений від департаменту ризиків. Дослідження показують, що інтеграція таких механізмів дозволяє суттєво зменшити максимальну просадку портфеля порівняно з базовими стратегіями.

В основу спроектованого методу покладено концепцію децентралізованого штучного інтелекту, реалізовану через архітектуру мультиагентної системи. На відміну від монолітних підходів, де одна нейронна мережа намагається вирішити задачу прогнозування end-to-end, запропонований метод декомпозує складну задачу фінансового аналізу на набір вузькоспеціалізованих підзадач, кожна з яких виконується окремим інтелектуальним агентом. Ключовим елементом методу є використання великих мовних моделей як когнітивного ядра для кожного агента [51].

У рамках запропонованої архітектури LLM виконують роль не просто генераторів тексту, а операторів логічного виведення, здатних до семантичного розуміння контексту, інтерпретація новинного фону, соціальних настроїв та складної фінансової термінології. Основна ролі таких агентів на базі великих мовних моделей це планування дій, динамічне визначення необхідності використання зовнішніх інструментів та даних для отримання актуальної інформації а також побудова послідовних логічних висновків перед формуванням фінальної відповіді, що критично важливо для фінансового аналізу.

Специфіка використання LLM у даному методі полягає в глибокій рольовій спеціалізації. Замість використання однієї універсальної моделі для вирішення всіх завдань, архітектура системи передбачає розподіл функцій між різними агентами, кожен з яких спромптований для виконання вузькопрофільних завдань. Агенти беруть участь у діалозі природною мовою виключно під час розмов агент-агент та

дебатів. Ці стислі, зосереджені дискусії, як показано, сприяють глибшому обґрунтуванню та інтегрують різноманітні перспективи, дозволяючи більш збалансовані рішення в складних, довгострокових сценаріях – метод, особливо релевантний для складного середовища торгівлі. Цей підхід інтегрується з структурованим фреймворком, оскільки стан розмови записується як структурований запис у загальному стані агента.

Стан середовища є спільним та моніториться агентами, що дозволяє їм виконувати контекстно-відповідні дії, такі як проведення досліджень, виконання угод, участь у дебатах або управління ризиками. Цей дизайн забезпечує колаборативний, динамічний процес прийняття рішень, що відображає реальні торгові системи.

По-перше, метод усуває розрив, симулюючи процеси мультиагентного прийняття рішень, типові для професійних торгових команд. Він включає спеціалізованих агентів, налаштованих на різні аспекти аналізу та торгівлі, натхненні організаційною структурою реальних торгових фірм. Бичачі та ведмежі дебатели оцінюють ринкові умови для надання збалансованих рекомендацій, тоді як команда ризик-менеджменту забезпечує, що експозиції залишаються в межах прийнятних лімітів.

По-друге, для покращення комунікації запропонований метод поєднує структуровані виходи для контролю, ясності та обґрунтування з діалогом природною мовою для сприяння ефективним дебатам та співпраці між агентами.

Типи документів та інформації можна поділити на 5 основних груп:

1. Команда аналітиків компілюють свої дослідження та висновки в стислі аналітичні звіти, специфічні для їхніх сфер експертизи. Ці звіти включають ключові показники, висновки та рекомендації на основі їхніх спеціалізованих аналізів.

2. Трейдери переглядають і аналізують звіти аналітиків, ретельно обмірковуючи для виробництва чітких сигналів рішень. Вони супроводжують ці рішення детальними звітами, що пояснюють їхнє обґрунтування та підтверджуючі докази, які пізніше використовуються командою ризик-менеджменту.

3. Команда дослідників запитує глобальний стан агента для отримання звітів аналітиків і ретельно формує свою думку. Два дослідники представляють протилежні перспективи: один бичачий і один ведмежий. Вони беруть участь у діалозі природною мовою протягом  $n$  раундів, як визначено агентом-фасилітатором дебатів. На завершення фасилітатор переглядає історію дебатів, обирає переважаючу перспективу та записує її як структурований запис у протоколі комунікації.

4. Команда ризик-менеджменту, подібно до команди дослідників, запитує рішення трейдера та супровідний звіт. Потім вони обговорюють з трьох перспектив – ризик-орієнтована, нейтральна та ризик-консервативна, щоб скоригувати торговий план у межах обмежень ризику. Вони беруть участь у  $n$  раундах діалогу природною мовою, керованих агентом-фасилітатором.

5. Менеджер портфоліо переглядає дискусію команди ризик-менеджменту, визначає відповідні коригування ризику та оновлює стани рішення та звіту трейдера в протоколі комунікації.

Така декомпозиція дозволяє використовувати різні типи моделей залежно від складності задачі: потужні моделі з розвиненими здібностями до логічного висновку застосовуються для стратегічного планування та синтезу рішень, тоді як швидші та менш ресурсомісткі моделі використовуються для рутинного збору та первинної обробки інформації [52].

Цей гібридний підхід забезпечує як точність, так і гнучкість у прийнятті рішень та дозволяє оптимізувати обчислювальні ресурси та мінімізувати час виконання повного циклу аналізу, зберігаючи при цьому високу якість фінальних висновків.

### **2.3 Методика інтеграції аналізу сентиментів та технічних індикаторів у єдиний процес прийняття рішень**

Гібридизація якісного аналізу текстової інформації та кількісного технічного аналізу є наріжним каменем ефективності сучасних агентних систем у сфері аналізу ринку криптовалют та фінансових ринків в цілому. Традиційні підходи до

автоматизованого аналізу ринку та автоматизованого трейдингу історично розвивалися у декількох паралельних напрямках: або як суто математичні моделі обробки часових рядів, або як NLP-системи для аналізу новин. Запропонований метод об'єднує ці два потоки, використовуючи великі мовні моделі як інтеграційну ланку, здатну розуміти семантику ринкового контексту та корелювати її з технічними патернами. Встановлено, що поєднання різнорідних сигналів дозволяє підвищити точність прогнозів, оскільки ринкова ціна є відображенням як фундаментальних фінансових показників, так і психологічного стану учасників ринку, який найкраще зчитується через аналіз текстових даних [53].

Механізм поєднання базується на ієрархічній обробці сигналів. На нижньому рівні спеціалізовані агенти генерують незалежні оцінки: технічний аналітик опрацьовує технічні індикатори та ринкові дані і виявляє патерни на їх основі, тоді як аналітики настроїв обробляють масиви новин та постів у соціальних мережах, формуючи агреговані оцінки тональності. Інтеграція відбувається на рівні агентів-дослідників, які отримують ці дані не просто як набір чисел, а як структурований контекст. Наприклад, агент може отримати інформацію про те, що технічні індикатори вказують на перекупленість активу, але сентимент-аналіз показує надзвичайно високий рівень позитивних очікувань через вихід нового продукту. У такій ситуації агент-дослідник на базі LLM, використовуючи закладені знання про ринкову психологію, може прийняти рішення ігнорувати технічний сигнал на продаж, інтерпретуючи ситуацію як початок сильного моментумного руху.

Особливу цінність представляє здатність мультиагентної системи виявляти та інтерпретувати розбіжності між ринковими даними та сентиментом. Класичні торгові стратегії часто зазнають збитків у моменти зміни ринкових режимів, коли технічні індикатори є запізнілими. Включення сентимент-аналізу дозволяє агентам діяти на випередження. Якщо ціна активу продовжує зростати, але тональність новин та обговорень різко погіршується, наприклад, з'являються чутки про розслідування регулятора, агентна система може ідентифікувати це як сигнал до закриття позицій ще до того, як це відобразиться на графіку ціни [54]. Дослідження підтверджують, що стратегії, які використовують сентимент як фільтр для технічних сигналів,

демонструють значно вищий коефіцієнт Шарпа порівняно з використанням кожного методу окремо [55].

В рамках методу застосовується підхід, де сентимент-аналіз використовується для динамічного налаштування параметрів технічних індикаторів або ваг у портфелі. В періоди високої невизначеності та негативного новинного фону агенти можуть автоматично переходити до більш консервативних налаштувань ризик-менеджменту, зменшуючи розмір позицій або вимагаючи сильніших технічних підтверджень для входу в угоду. В періоди ринкової ейфорії", підтвердженої аналізом соціальних мереж, система може дозволяти більші відхилення від середніх значень, адаптуючись до підвищеної волатильності. Ця адаптивність досягається завдяки здатності LLM розуміти нюанси контексту. Модель може розрізнити панічний розпродаж, спричинений реальними економічними проблемами, від короткострокової корекції, викликаної емоційною реакцією на незначну подію. Наприклад, встановлено, що під час публікації квартальної звітності вплив фундаментальних та новинних факторів значно переважає технічні сигнали, і система автоматично адаптує свою логіку прийняття рішень відповідно до цього патерну [56]. Отже, метод забезпечує створення гнучкої торгової стратегії, яка не є жорстко зафіксованою, а еволюціонує разом зі змінами в інформаційному просторі ринку.

## **2.4 Організація потоків даних та попередньої обробки текстової і ринкової інформації у рамках методу**

### **2.4.1 Загальні підходи до роботи з даними**

Ефективність мультиагентної системи критично залежить від продуманої архітектури потоків даних та протоколів комунікації між агентами. У складних системах, де взаємодіють десятки спеціалізованих агентів, використання неструктурованої природної мови як єдиного засобу передачі інформації може призвести до ефекту "зіпсованого телефону", коли критично важливі деталі втрачаються або спотворюються в процесі передачі через довгі ланцюжки повідомлень. Тому в рамках методу агентно-орієнтованого аналізу ринку

криптовалют впроваджуються гібридні протоколи, що поєднують вільну генерацію тексту з жорстко структурованими форматами даних, що дозволяє зберегти точність фактів при забезпеченні гнучкості інтерпретації. Архітектура системи будується за принципом конвеєра, де дані проходять послідовні етапи збору, фільтрації, аналізу, синтезу та виконання.

На етапі входу в систему агенти-аналітики оперують двома основними типами даних: структурованими та неструктурованими. Структуровані дані включають часові ряди ринкових цін, обсяги торгів, дані з книг ордерів, а також фінансові метрики та on-chain дані. Ці дані зазвичай отримуються через зовнішні API. Неструктуровані дані охоплюють текстові масиви: новинні статті, пости в соціальних мережах. Специфіка обробки цього типу даних полягає в необхідності їх попередньої трансформації в компактні представлення – embeddings або текстові підсумки – summaries перед тим, як вони потраплять до агентів, відповідальних за прийняття рішень. Це дозволяє уникнути переповнення контекстного вікна моделей і зосередити їхню увагу на найбільш релевантній інформації.

Внутрішня комунікація між агентами реалізується через механізм спільного стану або "дошку повідомлень". Замість прямих повідомлень "точка-точка", агенти публікують свої звіти та висновки в централізованому сховищі, до якого мають доступ інші учасники процесу відповідно до їхніх ролей. Це забезпечує прозорість процесу та дозволяє агентам-дослідникам та ризик-менеджерам мати повну картину подій при формуванні власних висновків. Важливим елементом архітектури є наявність оркестратора, який керує потоком завдань, визначає черговість виступів агентів під час дебатів та слідкує за дотриманням протоколів комунікації, забезпечуючи, щоб кожен агент отримав необхідні вхідні дані перед початком своєї роботи.

Специфічним типом даних, що циркулює в системі, є "думки" та "аргументи", генеровані агентами в процесі міркування за методикою Chain-of-Thought. Ці проміжні результати мислення фіксуються в логах системи і використовуються для верифікації логічної узгодженості рішень. Наприклад, якщо агент-трейдер приймає рішення про покупку, система може автоматично перевірити, чи узгоджується це

рішення з аргументами, висунутими "ведмежим" дослідником, і чи були ці аргументи належним чином спростовані під час дебатів. Такий підхід перетворює потік даних на потік знань, де кожен елемент інформації супроводжується метаданими про його походження, надійність та контекст використання.

Архітектура також передбачає чітке розділення потоків даних для наповнення контексту та операційної діяльності. Агенти використовують історичні дані для формування бази знань, яка постійно оновлюється новими фактами. Це дозволяє системі еволюціонувати – успішні угоди та помилки записуються в "пам'ять", до якої агенти звертаються при аналізі схожих ситуацій у майбутньому. Цей механізм рефлексивної пам'яті є критичним для довгострокової адаптації системи до змін ринкових умов, дозволяючи переносити досвід з минулих періодів на поточні завдання.

#### **2.4.2 Робота з текстовими даними**

Процес підготовки текстових даних для мультиагентного аналізу є складним багаторівневим процесом, що виходить далеко за межі простого завантаження тексту. Першим етапом підготовки є ретельна фільтрація та очищення даних. Для джерел типу соціальних мереж застосовуються алгоритми видалення спаму, бот-активності та нерелевантних повідомлень. Окрім цього, критично важливою є дедуплікація новин, оскільки повторна публікація однієї й тієї ж події різними джерелами може створити хибне враження про її значущість для агентів. Встановлено, що якісна попередня обробка даних є більш визначальним фактором для успіху моделі, ніж навіть архітектура самої LLM.

Наступним кроком є сегментація тексту. Оскільки такі дані можуть містити велику кількість тексту, вони розбиваються на менші логічні блоки, які потім перетворюються на векторні представлення і зберігаються у векторній базі даних. Це дозволяє агентам використовувати технологію RAG для швидкого пошуку конкретних фактів за запитом. Такий підхід не лише економить контекстне вікно

моделі, але й зменшує ризик галюцинацій, оскільки агент працює з конкретними цитатами з джерела, а не намагається згадати весь текст. Для новинних даних важливою є також класифікація за типами подій, що дозволяє спрямовувати відповідні потоки даних до профільних агентів-аналітиків.

Використання текстових даних агентами відбувається через спеціалізовані промпти, які структурують процес вилучення інформації. Агент-аналітик новин не просто читає статтю, а заповнює стандартизовану форму:

- основна подія;
- вплив на ринок;
- очікувана тривалість ефекту;
- рівень впевненості.

Це перетворює неструктурований текст на напівструктуровані дані, придатні для подальшого логічного аналізу.

Для роботи з даними із соціальних мереж застосовуються специфічні методи аналізу, враховуючи сленг та емоційну забарвленість повідомлень роздрібних інвесторів. Агенти, що аналізують пости в соціальних мережах, налаштовані на виявлення гуре трендів та колективних дій. Вони оцінюють не лише тональність, а й обсяг обговорень та динаміку залученості аудиторії. Ці дані агрегуються в часові ряди "соціального настрою", які корелюються з цінними рухами для виявлення аномалій.

Інтеграція текстових даних також передбачає перевірку на актуальність. Агенти налаштовані на перевірку дати публікацій, щоб уникнути реакції на старі новини, які можуть знову циркулювати в мережі. Це досягається шляхом додавання метаданих про час до кожного текстового фрагмента, що потрапляє в систему. Крім того, система може використовувати перехресну перевірку між різними типами джерел і якщо в соціальних мережах шириться чутка, агент перевіряє офіційні новинні стрічки на предмет підтвердження або спростування, перш ніж включити цю інформацію в аналітичний звіт.

У світі ринкового аналізу, де інформація є головним активом, здатність точно визначати тональність повідомлень та верифікувати факти є критично важливою. В

рамках методу класифікація тональності виходить далеко за межі бінарного поділу на "позитивне" та "негативне". Використовуються складніші моделі оцінки, здатні розрізняти відтінки емоцій, такі як "страх", "невпевненість", "обережний оптимізм", "ейфорія". Для такого роду задач підходять спеціалізовані фінансові LLM, які були донавчені на великих корпусах фінансових текстів і розуміють специфічний контекст. Наприклад, слово "liability" (зобов'язання) у звичайному тексті може мати негативний відтінок, але у фінансовому звіті це нейтральний термін і модель повинна це розрізняти. Агенти генерують кількісні оцінки тональності – sentiment scores, які можуть бути агреговані за різними джерелами та часовими проміжками.

Факт-перевірка в мультиагентних системах реалізується через кілька інноваційних механізмів. Одним з найефективніших підходів є використання агентних дебатів. Коли один агент висуває твердження на основі знайденої новини, інший агент-опонент або верифікатор може поставити це твердження під сумнів і вимагати наведення джерела або доказів. Цей процес змагальності спонукає агентів більш ретельно перевіряти інформацію перед тим, як включити її до своїх звітів. Дослідження показують, що такий підхід значно знижує кількість помилкових суджень порівняно з роботою однієї моделі. Крім того, використовуються спеціалізовані агенти-фактчекери, які перевіряють твердження шляхом перехресного пошуку в авторитетних базах даних.

Важливим елементом системи верифікації є оцінка достовірності джерел. Агенти мають доступ до бази знань про репутацію різних новинних ресурсів та авторів. Інформація з офіційного прес-релізу компанії або авторитетного інформаційного агентства отримує вищу вагу довіри, ніж повідомлення з анонімного акаунту в соціальній мережі. Система автоматично знижує вплив джерел з низьким рейтингом довіри на фінальне рішення. Також застосовується аналіз поширення інформації, якщо новина з'являється одночасно на багатьох незалежних ресурсах, її достовірність вважається вищою. Агенти використовують ці сигнали для фільтрації фейкових новин та спроб маніпулювання ринком через інформаційні вкиди. Для боротьби з галюцинаціями самої моделі під час аналізу фактів використовуються метрики невизначеності. Якщо модель генерує відповідь з низьким рівнем

впевненості, система позначає цю інформацію як таку, що потребує додаткової перевірки. Агенти можуть бути запрограмовані на вираження сумніву замість генерації категоричних, але хибних тверджень. Це дозволяє агентам-трейдерам та агентам ризик-менеджерам враховувати фактор невизначеності при прийнятті рішень.

### 2.4.3 Робота з ринковими даними

Попри текстову природу великих мовних моделей, їх ефективне використання у аналізі крипторинку неможливе без інтеграції з точними числовими даними ринку. Специфіка роботи LLM полягає в тому, що вони, як правило, слабо справляються з прямими арифметичними розрахунками та аналізом великих масивів чисел у "сирому" вигляді. Тому метод агентно-орієнтованого аналізу передбачає використання зовнішніх інструментів та бібліотек для обробки ринкових даних. Агенти не розраховують індикатори самостійно, а звертаються до API спеціалізованих бібліотек або внутрішньої логіки для виконання точних обчислень шляхом використання протоколу MCP.

Підготовка ринкових даних включає збір історичних цін та їх нормалізацію. Для забезпечення репрезентативності аналізу агентам надається доступ до даних за різні часові проміжки, від внутрішньоденних до тижневих та місячних. Це дозволяє технічним аналітикам оцінювати як короткострокові флуктуації, так і довгострокові тренди. Крім базових цін, розраховується широкий спектр похідних метрик та технічних індикаторів: осцилятори (RSI, Stochastic), трендові індикатори (MACD, Moving Averages), індикатори волатильності (Bollinger Bands, ATR) та обсягу (OBV). Встановлено, що надання агентам доступу до попередньо розрахованих індикаторів значно підвищує якість їхніх прогнозів порівняно з наданням лише сирих цін.

Використання цих метрик агентами відбувається через механізм контекстуального опису. Числові значення трансформуються в текстові наративи, які описують стан ринку мовою, зрозумілою для LLM. Наприклад, замість простого

набору чисел  $RSI=75$ , система генерує опис, типу "Індекс відносної сили (RSI) досяг рівня 75, що історично свідчить про стан перекупленості активу та підвищує ймовірність корекції". Такий підхід дозволяє моделі інтегрувати числові дані в загальний ланцюжок міркувань разом з новинами та фундаментальними факторами. Агенти-технічні аналітики здатні виявляти складні патерни, такі як "голова і плечі", "подвійне дно" або дивергенції, аналізуючи масиви розрахованих індикаторів та описуючи їх у своїх звітах для трейдерів.

Важливим аспектом є порівняльний аналіз – агенти не просто оцінюють показники криптоактиву, а порівнюють їх із середніми значеннями по глобальному ринку або з історичними даними самого криптотокена. Це дозволяє формувати висновки про недооцінку або переоцінку активу. Агенти використовують ці метрики для побудови довгострокових прогнозів, які потім зіставляються з короткостроковими технічними сигналами в процесі дебатів.

Інтеграція ринкових даних також включає роботу з on chain даними криптоактиву. Агенти з управління ризиками використовують ці метрики для оцінки вартості виконання угод та визначення оптимальних моментів для входу або виходу з позиції. Наприклад, в умовах низької ліквідності агент може рекомендувати розбити великий ордер на декілька менших частин, щоб мінімізувати вплив на ціну. Використання LLM дозволяє динамічно адаптувати стратегії виконання залежно від поточного стану ринкової ліквідності та волатильності, що є суттєвою перевагою над статичними алгоритмами.

## **2.5 Методи оцінки якості і забезпечення валідності генерацій та мінімізації галюцинацій ВММ**

Забезпечення надійності та якості роботи великих мовних моделей у задачах аналізу ринку криптовалют є першочерговим завданням, оскільки помилки тут мають прямий грошовий вираз. "Галюцинації" LLM це схильність моделей генерувати правдоподібну, але фактично невірну інформацію і вони становлять серйозний ризик. Для боротьби з цим явищем у рамках методу застосовується комплексний підхід, що

поєднує архітектурні рішення та методи інженерії промптів. Одним з основних методів є використання Retrieval-Augmented Generation, який обмежує генерацію відповідей моделі виключно на основі наданих їй достовірних контекстних даних. Агенту забороняється використовувати внутрішні знання для фактологічних тверджень, якщо вони не підкріплені витягами з документів, знайдених у базі знань.

Ефективним методом зменшення галюцинацій є впровадження механізмів саморефлексії та самокритики. У цьому сценарії агент, згенерувавши чернетку звіту або торгового плану, автоматично запускає процес перевірки "Чи підтверджені всі цифри джерелами?", "Чи є логічні суперечності у висновках?". Якщо виявляються невідповідності, модель ітеративно виправляє їх перед фінальною публікацією. У мультиагентних системах цю роль часто виконує окремий агент-критик або ризик-менеджер, який перевіряє висновки аналітиків. Такий підхід, відомий як Reflexion, дозволяє моделям навчатися на власних помилках у межах одного сеансу роботи, значно підвищуючи точність результатів.

Для оцінювання якості роботи LLM у контексті аналізу ринку криптовалют традиційні лінгвістичні метрики, такі як BLEU або ROUGE, є недостатньо ефективними, оскільки вони оцінюють схожість тексту, а не корисність або правдивість інформації. Тому в рамках методу використовуються спеціалізовані метрики оцінювання ефективності, що базуються на результатах симуляції торгівлі на історичних даних.

Основними показниками є сукупна дохідність, річна дохідність, коефіцієнт Шарпа та максимальна просадка.

Сукупна дохідність (Cumulative Return) – вимірює загальний дохід, згенерований за період симуляції наступним чином:

$$CR = \left( \frac{V_{\text{end}} - V_{\text{start}}}{V_{\text{start}}} \right) \times 100\%, \quad (2.1)$$

де  $V_{\text{end}}$  – вартість портфеля наприкінці моделювання, а  $V_{\text{start}}$  – початкова вартість портфеля.

Річна дохідність (Annualized Return) – нормалізує сукупну дохідність за кількістю років у симуляції наступним чином:

$$AR = \left( \left( \frac{V_{\text{end}}}{V_{\text{start}}} \right)^{\frac{1}{N}} - 1 \right) \times 100\%, \quad (2.2)$$

де  $N$  – кількість років у моделюванні.

Коефіцієнт Шарпа (Sharpe Ratio) – вимірює дохідність, скориговану на ризик, шляхом порівняння надлишкової дохідності портфеля над безризиковою ставкою з його волатильністю наступним чином:

$$SR = \frac{\bar{R} - R_f}{\sigma}, \quad (2.3)$$

де  $R$  – середня дохідність портфеля,  $R_f$  – безризикова ставка, а  $\sigma$  – стандартне відхилення дохідності портфеля.

Максимальне просідання (Maximum Drawdown) – вимірює найбільше падіння вартості портфеля від піку до найнижчої точки наступним чином:

$$MDD = \max_{t \in [0, T]} \left( \frac{\text{Peak}_t - \text{Trough}_t}{\text{Peak}_t} \right) \times 100\%, \quad (2.4)$$

де  $\text{Peak}_t$  – максимальна вартість портфеля перед початком зниження в момент часу  $t$ ,  $\text{Trough}_t$  – мінімальна вартість портфеля, досягнута після відповідного піку, а  $t \in [0, T]$  – часовий інтервал, протягом якого здійснюється аналіз ефективності.

Порівняння результатів роботи агентної системи з стратегіями-бенчмарками, наприклад стратегіями KDJ&RSI, MACD, Buy&Hold, дає об'єктивну оцінку якості прийнятих рішень.

Додатково для оцінки схильності моделей до галюцинацій використовуються спеціальні тестові набори даних або набори питань з відомими правильними відповідями з фінансової звітності. Моделі тестуються на здатність точно вилучати цифри та факти без спотворень. Також застосовується моніторинг впевненості моделі, де відстеження логів ентропії генерації дозволяє виявити ситуації, коли модель "вагалася". Висока ентропія часто корелює з галюцинаціями, тому такі відповіді можуть бути автоматично відхилені системою.

Інтеграція цих методів оцінювання та контролю дозволяє створити конкурентну систему, здатну працювати в реальних ринкових умовах з прийнятним рівнем ризику.

## Висновки до розділу 2

Отже, в рамках розділу було спроектовано метод агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют з використанням великих мовних моделей, що дозволяє вирішити проблему складності прийняття рішень у високодинамічному ринковому середовищі. В основу методу покладено концепцію децентралізованого штучного інтелекту, яка реалізується через декомпозицію складного процесу трейдингу на окремі спеціалізовані ролі, такі як ринкові, новинні та соціальні аналітики, а також дослідники, трейдери та ризик-менеджери.

Ключовою особливістю запропонованого підходу є впровадження механізму структурованих дебатів між агентами, які займають діаметрально протилежні позиції, а саме «бичачу» та «ведмежу». Цей діалектичний процес, на відміну від лінійної генерації прогнозів, забезпечує всебічну оцінку ринкової ситуації, суттєво знижує рівень упередженості окремих моделей та гарантує високу інтерпретованість рішень завдяки фіксації ходу думок у текстових протоколах. Визначено, що використання sentiment-аналізу як фільтра для технічних сигналів дозволяє виявляти критичні розбіжності між ціною активу та настроями ринку, надаючи системі здатність діяти на випередження.

Для забезпечення надійності функціонування системи було обґрунтовано перехід від вільного діалогу природною мовою до використання структурованих протоколів комунікації та стандартизованих звітів, що мінімізує ризик спотворення інформації при передачі між агентами. Одночасно з цим у метод інтегровано інструменти боротьби з «галюцинаціями» великих мовних моделей.

Окрему увагу в розробленій архітектурі методу приділено управлінню ризиками через створення незалежної команди агентів ризик-менеджменту, які оцінюють потенційні угоди виключно через призму волатильності та ліквідності, створюючи систему стримувань і противаг, аналогічну тій, що діє у фінансових інституціях.

## **РОЗДІЛ 3 Програмна реалізація методу агентно-орієнтованого методу аналізу ринку криптовалют з використанням BVM**

### **3.1 Засоби та середовище програмної реалізації**

Проектування програмних комплексів для автоматизованого аналізу фінансових ринків, зокрема високоадаптивного та волатильного ринку криптовалют, вимагає застосування суворого наукового підходу до вибору технологічного стеку. Сучасна парадигма розробки інтелектуальних систем, що базуються на використанні великих мовних моделей, диктує необхідність відходу від традиційних монолітних архітектур на користь гнучких, модульних та асинхронних рішень. Основною науково-технічною проблемою, яка вирішується у даному дослідженні, є забезпечення балансу між когнітивною складністю агентів, що вимагає значних обчислювальних ресурсів та часу на інференс моделей, та необхідністю реактивної взаємодії з ринковими даними. Враховуючи специфіку предметної області, де швидкість прийняття рішень та точність інтерпретації мультимодальних даних є критичними факторами успіху, технологічний стек було сформовано на основі принципів низької латентності, високої пропускну здатності та семантичної сумісності компонентів.

Вибір засобів реалізації базується на детальному аналізі вимог до системи, яка функціонує як мультиагентне середовище. У такій системі автономні агенти не лише споживають зовнішні дані, але й взаємодіють між собою, формуючи складні ланцюжки міркувань та приймаючи колективні рішення. Це накладає специфічні вимоги до мови програмування, яка повинна підтримувати як високорівневі абстракції для опису логіки агентів, так і низькорівневі механізми для ефективної роботи з мережевими протоколами та базами даних. У даному розділі представлено комплексне обґрунтування вибору основних компонентів програмної архітектури, з акцентом на їхню роль у забезпеченні стабільності, масштабованості та наукової валідності отриманих результатів. Аналіз проводиться крізь призму сучасних

досліджень у галузі програмної інженерії для систем штучного інтелекту, що дозволяє стверджувати про актуальність та перспективність обраного підходу.

Фундаментальним рішенням при проектуванні системи стало обрання мови програмування Python як основного інструменту розробки серверної частини та логіки агентів. Цей вибір не є випадковим, а ґрунтується на домінуючій позиції Python у сучасному ландшафті штучного інтелекту та машинного навчання. В контексті розробки систем на базі великих мовних моделей, Python забезпечує безшовну інтеграцію з інструментами оркестрації LLM. Особливого значення набуває роль Python у фінансовому аналізі та кількісному трейдингу. Завдяки наявності спеціалізованих бібліотек, таких як Pandas та NumPy, Python дозволяє виконувати складні математичні операції над часовими рядами фінансових даних з ефективністю, що наближається до низькорівневих мов [57]. У розробленій системі ця можливість використовується для розрахунку технічних індикаторів та статистичного аналізу ринкової динаміки, що є основою для прийняття рішень торговими агентами. Отже, Python виступає як універсальний "клей", що поєднує високопродуктивні обчислення з високорівневою логікою штучного інтелекту. Додатковим аргументом на користь Python є розвинена підтримка асинхронного програмування, яка стала критично необхідною з появою бібліотеки asyncio. Враховуючи вищезазначене, вибір Python є науково обґрунтованим та стратегічно виправданим для реалізації поставлених завдань дослідження.

Центральним елементом серверної архітектури було обрано високопродуктивний веб-фреймворк FastAPI. Вибір FastAPI замість більш традиційних рішень, таких як Django або Flask, зумовлений специфічними вимогами до продуктивності та архітектури сучасних AI-додатків. Ключовою відмінністю FastAPI є його повна підтримка стандарту ASGI, що дозволяє нативно використовувати можливості асинхронного програмування Python. Встановлено, що використання FastAPI дозволяє значно знизити накладні витрати на серіалізацію та валідацію даних, що є вузьким місцем у багатьох Python-фреймворках [58]. Отже, FastAPI виступає як потужна платформа для побудови надійної, швидкої та

документованої інфраструктури, здатної підтримувати складні робочі процеси агентно-орієнтованого аналізу.

Специфіка роботи агентів на базі великих мовних моделей передбачає виконання тривалих та ресурсомістких операцій, таких як генерація тексту, аналіз великих масивів історичних даних та проведення багатоетапних симуляцій. Виконання таких завдань у межах основного циклу є неприпустимим. Для вирішення цієї проблеми у систему було імплементовано механізм асинхронних черг завдань на базі бібліотеки Celery та брокера повідомлень Redis. Цей підхід дозволяє декупувати процес прийому запитів від їх безпосереднього виконання, забезпечуючи високу чуйність системи та можливість горизонтального масштабування.

Celery є стандартом де-факто для організації розподілених черг у Python-екосистемі. Він надає потужні інструменти для визначення, планування та виконання завдань у фоновому режимі. Роль брокера повідомлень у цій архітектурі виконує Redis. Вибір Redis зумовлений його винятковою продуктивністю як сховища даних в оперативній пам'яті. Окрім функції брокера, Redis також використовується як сховище результатів та кеш для короткострокової пам'яті агентів. У мультиагентних системах, де агенти повинні мати спільний контекст або обмінюватися станами, швидкий доступ до спільних даних є критичним. Redis дозволяє зберігати проміжні результати міркувань агентів, історію діалогів та поточні ринкові котирування, забезпечуючи узгодженість даних між різними процесами та серверами [59].

Одним із найбільш інноваційних рішень у технічній реалізації проєкту є використання бібліотеки LangGraph для управління логікою поведінки агентів. Традиційні підходи до побудови LLM-додатків, реалізовані в ранніх версіях LangChain, базувалися на концепції спрямованих ациклічних графів (DAG), де процес виконання складався з лінійної послідовності кроків. Хоча такий підхід є ефективним для простих сценаріїв типу "питання-відповідь", він виявляється недостатнім для моделювання складної агентної поведінки, необхідної для аналізу ринку криптовалют.

LangGraph пропонує принципово нову парадигму оркестрації, засновану на циклічних графах зі станом. У цій моделі логіка агента представляється як граф, де

вузли – це функції або виклики LLM, а ребра – це переходи між ними, які можуть бути умовними. Ключовою особливістю є наявність глобального об'єкта стану, який зберігається та оновлюється протягом усього життєвого циклу графа. Це дозволяє агентам "пам'ятати" контекст попередніх дій, результати використання інструментів та історію міркувань [60].

Використання LangGraph дозволяє реалізувати складні патерни мультиагентної взаємодії, такі як ієрархічні команди або дебати між агентами. Гнучкість LangGraph у визначенні умовних переходів дозволяє динамічно змінювати потік виконання залежно від виходу LLM або зовнішніх факторів.

Окрім того, LangGraph забезпечує персистентність стану, що дозволяє зберігати проміжні етапи виконання та відновлювати роботу агента після збоїв або паузи для отримання зворотного зв'язку від людини (human-in-the-loop). Порівняльний аналіз показує, що LangGraph значно перевершує стандартний LangChain у задачах, які вимагають довготривалої пам'яті, складної логіки розгалуження та циклічних процесів, що робить його ідеальним інструментом для побудови автономних фінансових агентів.

Ефективний аналіз ринку криптовалют вимагає обробки двох принципово різних типів даних: структурованих фінансових показників (часові ряди цін, обсяги торгів, технічні індикатори) та неструктурованої текстової інформації (новини, звіти, пости у соціальних мережах). Для забезпечення оптимальної роботи з кожним типом даних було застосовано гібридну стратегію збереження, що поєднує реляційну базу даних PostgreSQL та векторну базу даних ChromaDB.

PostgreSQL використовується як основне сховище для транзакційних даних. Вибір PostgreSQL зумовлений його надійністю, відповідністю стандартам ACID, потужними можливостями індексації. Використання бібліотеки SQLAlchemy як ORM дозволяє працювати з базою даних у зручному стилі. Асинхронний драйвер asyncpg гарантує, що операції з базою даних не стануть вузьким місцем у високопродуктивному асинхронному середовищі FastAPI.

Для роботи з неструктурованими даними та реалізації механізму RAG використовується ChromaDB. ChromaDB – це спеціалізована векторна база даних,

оптимізована для зберігання та пошуку векторних представлень тексту. У контексті агентної системи, ChromaDB виконує роль довгострокової семантичної пам'яті. Вона дозволяє агентам знаходити релевантні історичні новини або патерни поведінки, схожі на поточну ринкову ситуацію, шляхом обчислення косинусної подібності між векторами [61].

Така гібридна архітектура дозволяє системі використовувати сильні сторони обох підходів: точність та цілісність реляційних даних для фінансових розрахунків і семантичну гнучкість векторного пошуку для аналізу контексту та настроїв ринку. Це забезпечує повноту інформаційної картини, необхідної для прийняття обґрунтованих торгових рішень.

Для реалізації клієнтської частини системи, яка забезпечує взаємодію користувача з агентами, було обрано фреймворк Vue.js. Вибір Vue.js ґрунтується на його реактивній архітектурі, яка ідеально підходить для створення динамічних дашбордів, що оновлюються в реальному часі.

Забезпечення комунікації в реальному часі між фронтендом та бекендом реалізовано за допомогою протоколу WebSocket. Це дозволяє серверу ініціювати передачу даних клієнту без необхідності постійного опитування, що знижує затримки та навантаження на мережу.

У складних розподілених системах, особливо тих, що працюють з фінансами та штучним інтелектом, гарантія цілісності та коректності даних є фундаментальною вимогою. Для вирішення цього завдання прийнято рішення обрати бібліотеку Pydantic. Pydantic забезпечує валідацію даних та управління налаштуваннями за допомогою анотацій типів Python.

Підсумовуючи, обраний технологічний стек, що включає Python, FastAPI, Celery, Redis, LangGraph, PostgreSQL, ChromaDB та Vue.js, формує цілісну, високопродуктивну та надійну платформу для реалізації методу агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют. Кожен інструмент було обрано на основі глибокого аналізу його технічних характеристик та відповідності специфічним вимогам дослідження, що забезпечує наукову новизну та практичну цінність розробленої системи.

### 3.2 Проектування архітектури ядра системи та логіки оркестрації агентів

Традиційні методи фінансового аналізу часто обмежуються монолітними алгоритмами або одноманітними підходами до оцінки інвестиційних можливостей. Така архітектура не враховує багатогранність ринкових процесів та неможливість існування єдиної "правильної" точки зору на будь-яке фінансове явище. Представлений метод вирішує цю проблему через архітектуру колективного інтелекту, де спеціалізовані агенти з різними експертними профілями колаборативно аналізують ринкову ситуацію. Кожен агент володіє специфічною експертизою та відіграє чітко визначену роль у процесі прийняття рішень.

Система організована як послідовність п'яти чітко визначених фаз, кожна з яких вирішує специфічне аналітичне завдання (рисунки 3.1).

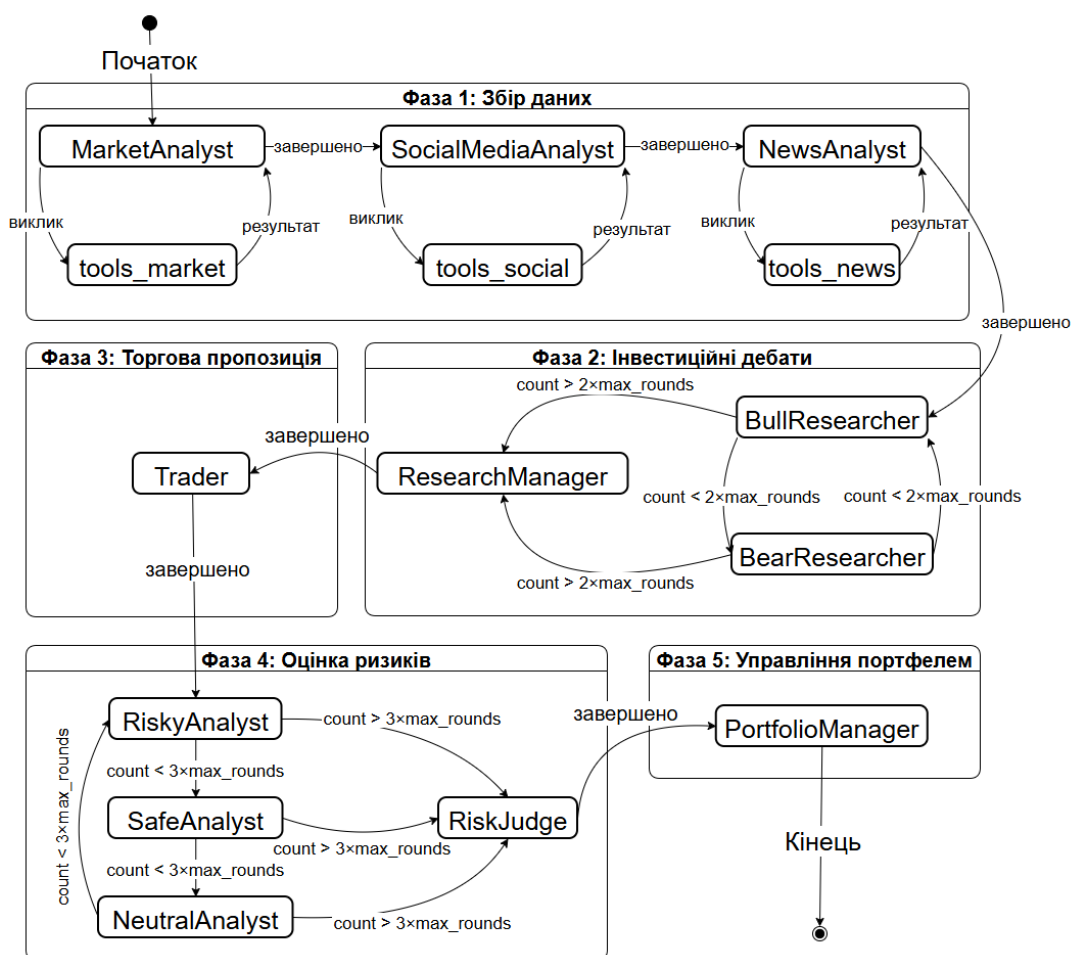


Рисунок 3.1 – Діаграма станів

Центральним елементом програмної реалізації методу, що забезпечує оркестрацію всіх процесів прийняття рішень, координацію інформаційних потоків та управління життєвим циклом аналізу, виступає клас TradeGraph (рисунок 3.2). Цей програмний компонент, реалізований у модулі core/graph/trade\_graph.py, базується на архітектурному патерні State Machine, який є фундаментальною основою фреймворку LangGraph. У такій архітектурі стан системи у будь-який дискретний момент часу є чітко визначеним об'єктом, що передається між вузлами графа – агентами, кожен з яких наділений повноваженнями модифікувати лише відповідні до його спеціалізації поля, забезпечуючи Отже, цілісність даних, ізоляцію контекстів та можливість повного аудиту логіки прийняття рішень.

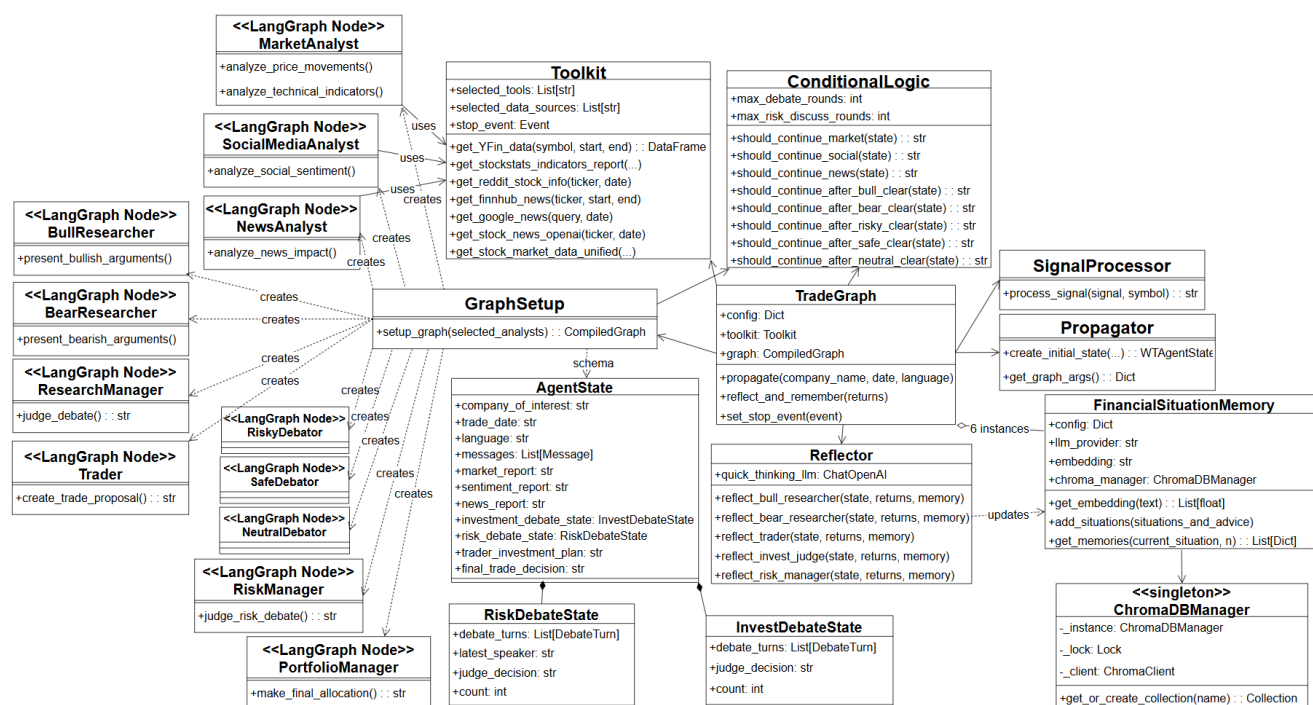


Рисунок 3.2 – Діаграма класів

Під час ініціалізації клас TradeGraph приймає комплексний об'єкт конфігурації, який слугує планом для розгортання агентної мережі. Окрім параметрів моделей, конфігурація включає детерміновані списки обраних користувачем аналітиків (selected\_analysts), інструментів збору даних (selected\_tools) та джерел даних (selected\_data\_sources), що надає системі властивості адаптивності до специфічних ринкових умов або дослідницьких задач.

Управління потоком виконання в графі реалізується через спеціалізований клас `ConditionalLogic` (рисунок 3.2), розташований у модулі `core/graph/conditional_logic.py`. Цей клас інкапсулює складну умовну логіку переходів між вузлами графа, фактично виконуючи роль диспетчера. Він ініціалізується параметрами, що задають глибину аналітичного пошуку, параметр `max_debate_rounds` визначає граничну кількість ітерацій для інвестиційних дебатов між Bull та Bear Research агентами, а `max_risk_discuss_rounds` регламентує тривалість дискусій між RiskManagement агентами. Методи цього класу здійснюють моніторинг поточного стану системи, аналізують лічильники ітерацій та семантичний зміст відповідей агентів, і на основі цього повертають ідентифікатор наступного вузла для обробки. Такий підхід дозволяє реалізувати складні циклічні процеси, такі як ітеративні дебати, уникаючи при цьому ризику виникнення нескінченних циклів та забезпечуючи гарантоване досягнення термінального стану.

Для підтримки гнучкості у виборі LLM-провайдерів, система передбачає альтернативну реалізацію через функцію `create_market_analyst_react()`. Ця функція адаптована для моделей, які нативно підтримують парадигму ReAct, таких як Qwen або DashScore. Вона використовує стандартний промпт ReAct, що дозволяє агенту динамічно планувати кроки виконання завдання, ітеративно чергуючи фази роздумів та виконання дій. Після завершення збору даних усі аналітики передають свої знахідки у вигляді структурованих звітів, які інтегруються у загальний стан системи та стають фундаментом для наступної фази.

Стан системи, який циркулює графом, формалізовано через типізовані словники, що забезпечує сувору типізацію даних та передбачуваність взаємодії компонентів. Основним контейнером даних є структура `AgentState` (рисунок 3.2). Ця структура містить вичерпний набір полів, необхідних для повноцінного аналізу ринку (таблиця 3.1).

Така централізація даних у єдиному об'єкті стану дозволяє будь-якому агенту в графі, незалежно від його позиції в ланцюжку виконання, мати доступ до повного контексту роботи попередніх ланок, що є критичним для забезпечення когерентності висновків та уникнення логічних суперечностей.

Таблиця 3.1 – список полів AgentState

Поле стану	Тип	Призначення
ticker	String	Ідентифікатор активу
trade_date	String	Дата та час ініціалізації аналізу
timeframe	String	Часовий діапазон для аналізу
selected_tools:	Dict	Вибрані інструменти аналізу
selected_data_sources:	Dict	Вибрані користувачем джерела даних
sender	String	Агент, який надіслав це повідомлення
analysis_id	String	Ідентифікатор сеансу аналізу
current_sequence	String	Послідовність виконання агентів
sequence_lock	Bool	Блокування для забезпечення послідовного виконання
market_report	String	Звіт від MarketAnalyst агента
sentiment_report	String	Звіт від SocialMediaAnalyst агента
news_report	String	Звіт від NewsAnalyst агента
investment_debate_state	InvestDebateState	Стан дискусії між Bull і Bear агентами
investment_plan	String	Обраний інвестиційний план, складений одним з Research агентів
trader_investment_plan	String	Обраний план, складений Trader агентом
risk_debate_state	RiskDebateState	Поточний стан дискусії між RiskManagment агентами
final_trade_decision	String	Обраний план, складений одним з RiskManagment агентів

Програмна реалізація методу ілюструє застосування принципів колективного інтелекту до складних завдань прийняття рішень у фінансовій сфері. Використання спеціалізації агентів, структурованих дебатів та синтезу перспектив дозволяє досягти всебічного та збалансованого аналізу порівняно з традиційними монолітними підходами (рисунок 3.3).

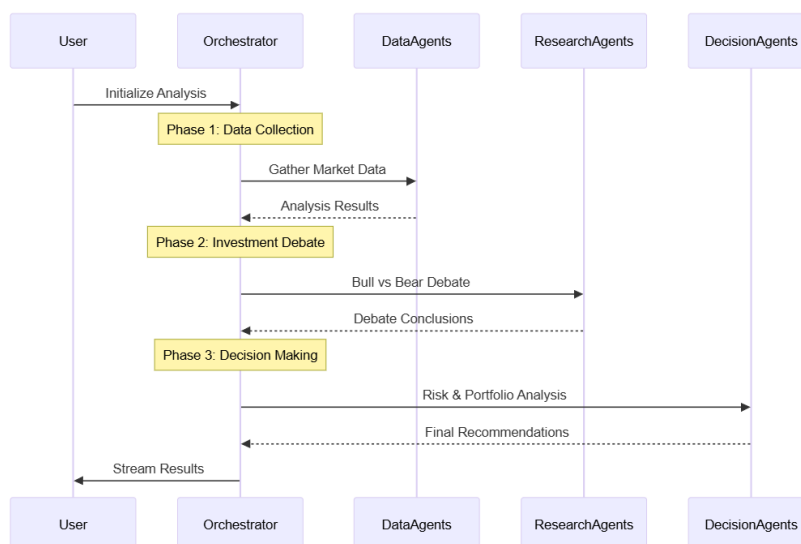


Рисунок 3.3 – Діаграма послідовності роботи методу агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют

Мультиагентна архітектура на з використання великих мовних моделей забезпечує низку ключових переваг, що сприяють підвищенню якості та надійності фінансового аналізу:

- Спеціалізація та експертиза агентів. Кожен агент зосереджений на специфічній доменній області (технічний аналіз, сентиментальний аналіз, новинний моніторинг), що дозволяє досягти глибокого розуміння предметної сфери. Такий підхід включає оптимізовані промпти, адаптовані до конкретних завдань, та спеціалізовані інструменти, що підвищує точність і релевантність результатів.

- Структурованість аналітичного процесу. П'ятифазна архітектура (збір даних, первинний аналіз, дебати, синтез, рекомендації) гарантує логічну послідовність операцій. Це забезпечує повне відстеження прийнятих рішень, підвищує прозорість для кінцевих користувачів та полегшує аудит аналітичних висновків.

- Балансування перспектив через механізм дебатів. Система передбачає структуровані дебати між агентами, що дозволяє розглядати альтернативні точки зору, виявляти потенційні когнітивні упередження та формувати більш обґрунтовані та збалансовані рекомендації.

Програмна реалізація методу агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют з використанням великих мовних моделей є не лише практичним інструментом для фінансового аналізу, але й цінним дослідницьким артефактом, що може слугувати основою для подальших розробок у галузі мультиагентних систем на базі LLM.

### **3.3 Програмна реалізація агентів з використанням BMM**

#### **3.3.1 Підсистема команди агентів-аналітиків**

Фаза збору даних реалізована через систему паралельних або послідовних агентів-аналітиків, кожен з яких спеціалізується на специфічному джерелі інформації. Фаза збору даних та первинного аналізу, яка є фундаментом для всіх подальших інвестиційних рішень, реалізується через систему спеціалізованих автономних агентів-аналітиків. Ця підсистема спроектована для подолання проблеми інформаційного шуму та фрагментації даних, характерних для криптовалютних ринків. Всі агенти-аналітики архітектурно успадковують функціональність від абстрактного базового класу `BaseAnalyst`, код якого розміщено у файлі `core/agents/base.py`. Таке об'єктно-орієнтоване рішення забезпечує уніфіковану структуру запису "думок" та стандартизацію вихідних даних. Базовий клас відповідає за інкапсуляцію логіки форматування результатів у структурований текст, додавання необхідних контекстних пояснень та суворий контроль розміру даних для запобігання переповненню контекстного вікна мовної моделі. Це дозволяє зберегти критичний баланс між повнотою технічних даних, необхідних для розрахунку індикаторів, та обмеженнями пропускної здатності LLM.

Ключовим агентом на цьому етапі є `MarketAnalyst`, реалізований у файлі `core/agents/analysts/market_analyst.py`. Його основна спеціалізація полягає у проведенні кількісного технічного та цінового аналізу. Логіка роботи цього агента не є вільною імпровізацією моделі, а суворо регламентована системним промптом, який завантажується через механізм `PromptLoader` з конфігурації `"market/market_analyst"`.

Промпт містить категоричну, імперативну заборону на використання гіпотетичних формулювань, вимагаючи натомість оперування виключно емпіричними даними. Агент використовує розширений набір інструментів для отримання історичних цінових даних (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2 –інструменти доступні MarketAnalyst агенту

Назва	Джерело	Опис
crypto_price	CoinGecko	Масив історичних цін в форматі OHLCV.
indicators	Розрахунок	SMA, EMA, RSI, MACD, Bollinger Bands та інші.
market_data	CoinGecko	Актуальна ринкова інформація: market_cap, volume_24h, price_change_24h, price_change_7d, circulating_supply, total_supply
historical_data	CoinGecko	Масив довгострокових історичних даних в форматі timestamp – price.

Результатом роботи є не розмитий опис, а чітка, обґрунтована рекомендація, що базується на математичних фактах.

Паралельно з ринковим аналітиком функціонує SocialMediaAnalyst , код якого розміщено в core/agents/analysts/social\_media\_analyst.py. У епоху мем-коїнів та вірусного маркетингу цей агент виконує критичну функцію оцінки "настрою натовпу" або ринкового сентименту. Він використовує спеціалізовані інструменти для скрапінгу та аналізу даних з платформи Reddit, яка є одним з основних хабів криптоспільноти (таблиця 3.3).

Агент оцінює загальний сентимент обговорень, агреговані соціальні метрики та рівень залученості спільноти. Алгоритмічна логіка агента спрямована на виявлення кореляції між сплесками соціальної активності та потенційним рухом ціни активу, реалізуючи принципи поведінкової фінансів. Отримані неструктуровані текстові дані трансформуються у кількісні та якісні показники, що дозволяє іншим агентам враховувати ірраціональний психологічний фактор ринку, який часто ігнорується класичним технічним аналізом.

Таблиця 3.3 – інструменти доступні SocialMediaAnalyst агенту

Назва	Джерело	Опис
reddit_sentiment	Reddit	Пости та коментарі з криптосубредитів та визначення bullish/bearish настроїв за ключовими словами.
fear_greed	Alternative.me	Отримання глобального індексу ринкових настроїв. Допомагає визначити загальний стан ринку.
sentiment_batch	FinnHub і Reddit	Комбінований аналіз настроїв з декількох джерел одночасно. Дає збалансовану картину ринкових настроїв.

Третім стовпом фази збору даних є NewsAnalyst , реалізований у core/agents/analysts/news\_analyst.py. Цей агент моніторить глобальний інформаційний простір на предмет фундаментальних подій, що можуть спричинити структурні зрушення у вартості активу. Використовуючи інтеграцію з API FinnHub, агент отримує потік новин, проводить автоматичний NLP-аналіз їхнього настрою та класифікує їх за ступенем впливу.

Таблиця 3.4 – інструменти доступні NewsAnalyst агенту

Назва	Джерело	Опис
finnhub_news	FinnHub	Професійні криptonовини з Reuters, Bloomberg, CoinDesk
news_openai	OpenAI	AI-аналіз останніх новин по активу
news_openai_global	OpenAI	AI-аналіз останніх макроекономічних новини,
google_news	GoogleNews	Новини за ключовими словами
reddit_news	Reddit	Глобальні новини з Reddit
finnhub_crypto_news	FinnHub	Спеціалізовані криptonовини
news_unified	Eastmoney	Уніфікований доступ до новинних джерел

Важливою архітектурною особливістю реалізації є підтримка так званого "безінструментального" режиму, передбаченого у промпті "news\_analyst". У випадках, коли доступ до зовнішніх АРІ тимчасово обмежений або неможливий, агент переключається на режим формування оцінки на основі загальних ринкових знань, закладених у параметричну пам'ять самої моделі. При цьому він зобов'язаний додати до звіту відповідний дисклеймер – застереження, що забезпечує чесність та відмовостійкість системи.

### 3.3.2 Підсистема команди агентів-дослідників

Фаза інвестиційних дебатів являє собою практичну реалізацію концепції "колективного інтелекту" та діалектичного підходу до аналізу. Замість покладання на висновок однієї моделі, система моделює змагальний процес, де прийняття рішень відбувається через структуровану конфронтацію агентів з діаметрально протилежними цільовими функціями. Цей етап реалізовано як покрокову суперечку між двома ключовими агентами-дослідниками BullResearcher та BearResearcher. Взаємодія цих агентів організована не як простий обмін повідомленнями, а як формалізований протокол дебатів, де кожен хід фіксується, аналізується та слугує вхідними даними для наступного кроку. Логіка та тривалість дебатів керуються параметром `analysis_depth`, який визначає кількість раундів аргументації та контраргументації, що дозволяє регулювати глибину дослідження в залежності від потреб користувача.

Система відрізняє перший раунд від подальших. У першому раунді агенти BullResearcher та BearResearcher проводять незалежну оцінку без попередніх поглядів інших та у подальших раундах розглядаються попередні аргументи опонента для контраргументації а також використовує InvestDebateState структуру для зберігання ходів дебатів. Стан дебатів зберігається у TypedDict структурі даних InvestDebateState, що виступає єдиним джерелом істини для цього процесу. Структура InvestDebateState містить поля:

- `debate_turns` – єдине джерело істини, яке зберігає список `DebateTurn`;
- `judge_decision` – рішення судді `ResearchManager`;
- `count` – лічильник ходів.

Центральним елементом цієї структури є список `debate_turns`, який містить `TypedDict` об'єкти типу `DebateTurn`, де кожен такий хід містить:

- `speaker` ("bull" або "bear");
- `content` (аргумент агента);
- `turn` (номер ходу);
- `timestamp` (часова мітка).

Для запобігання переповненню контексту, система зберігає лише останні `N` ходів через функцію `format_context_for_prompt()`, яка бере останні `max_context` ходи .

Кожен дослідник має доступ до векторної пам'яті попередніх аналізів через метод `memory.get_memories()`. Це дозволяє агентам враховувати попередній досвід та уникати повторення помилок. Така висока гранулярність даних дозволяє точно відтворити логіку дискусії при подальшому аналізі або рефлексії.

Для ефективного управління обмеженим контекстним вікном моделі використовується утилітарна функція `format_context_for_prompt()`, яка фільтрує історію дебатів, вибираючи лише останні `max_context` ходів. Це запобігає деградації якості відповідей через перевантаження інформацією та дозволяє агентам фокусуватися на актуальних аргументах.

Агент `BullResearcher`, програмно реалізований у файлі `core/agents/researchers/bull_researcher.py`, виконує роль "адвоката" інвестиції. Роль та експертиза цього агента полягає у дебатах з контрагентом. Він аргументує на користь інвестиції, фокусуючись на потенціалі зростання активу, конкурентних перевагах, позитивних ринкових індикаторах, сприятливих фундаментальних факторах. Його внутрішня логіка та системний промпт налаштовані на когнітивний фільтр, що фокусується на пошуку та агрегації позитивних сигналів: потенціалу експоненційного зростання активу, унікальних конкурентних переваг технології, наявності "бичачих" технічних патернів та сприятливих макроекономічних факторів. Архітектурно цей агент налаштований ігнорувати або мінімізувати вагу негативних

факторів у своїй генерації, щоб створити максимально переконливу позицію на користь поточної ринкової ситуації.

Агент `BearResearcher` програмно реалізований у файлі `core/agents/researchers/bear_researcher.py`, є архітектурним дзеркалом з інвертованою цільовою функцією. Він сфокусований на ідентифікації ризиків, вразливостей та загроз. Його завдання – знайти аргументи на користь переоцінки активу, виявити фундаментальні слабкості проєкту, регуляторні ризики та негативні ринкові сигнали. Симетричність реалізації цих двох агентів є критично важливою для забезпечення об'єктивності процесу: вони використовують моделі однакової обчислювальної потужності та мають доступ до ідентичного обсягу історичних даних через спільну векторну пам'ять. Це гарантує рівність умов дебатів та дозволяє уникнути зміщення, яке неминуче виникає при спробі використання одного агента для "зваженої" оцінки, де модель схильна до "галюцинацій" консенсусу.

Арбітром у цьому процесі виступає агент `ResearchManager` програмно реалізований у файлі `core/agents/managers/research_manager.py`. Цей агент активується після завершення дебатів, коли логіка `ConditionalLogic` сигналізує про досягнення ліміту раундів або вичерпання аргументів. Його завдання – не просто механічно визначити переможця, а виконати складну когнітивну операцію синтезу та сформуванню консенсусний інвестиційний план. Він аналізує всю історію `debate_turns`, зважає на переконливість аргументів обох сторін у контексті поточної ринкової ситуації та генерує фінальний звіт. Цей звіт містить чітку рекомендацію щодо доцільності інвестування та детальне обґрунтування, яке враховує як можливості, так і ризики. Звіт менеджера досліджень стає вихідною точкою для `Trader` агента, трансформуючи якісні, нарративні аргументи дослідників у базу для прийняття кількісних торгових рішень.

Клас `ConditionalLogic` програмно реалізований у файлі `core/graph/conditional_logic.py` керує потоком дебатів. Методи `should_continue_after_bull_clear()` та `should_continue_after_bear_clear()` визначають, чи завершити дебати та здійснити перехід до `ResearchManager` чи все таки продовжити дебати та перейти до наступного дослідника в черзі на основі поточного лічильника

та порогового значення. Такий лінійний потік із зворотними зв'язками забезпечує систематичність аналізу та можливість відслідковування логіки прийняття рішень.

### 3.3.3 Підсистема агента-трейдера

Агент Trader програмно реалізований у файлі `core/agents/trader/trader.py` синтезує результати інвестиційних дебатів у конкретний торговий план. На відміну від дослідників, які обговорюють чи варто інвестувати, трейдер відповідає на питання як саме інвестувати. Реалізація цього агента зосереджена на критично важливій трансформації якісних висновків попередніх фаз у чіткі, верифіковані кількісні параметри торгового ордеру.

Логіка роботи Трейдера побудована на комплексному синтезі різномірних вхідних даних. Він отримує на вхід сформований `investment_plan` від Research Manager, а також повний пакет первинних аналітичних звітів `market_research_report`, `sentiment_report`, `news_report` від агентів-аналітиків через об'єкт загального стану `AgentState`. Така архітектура "прозорої скриньки" дозволяє Trader агенту бачити не лише фінальний висновок дебатів, але й первинні технічні рівні та дані настрою, що є необхідним для точного визначення оптимальних точок входу та виходу.

Функціональне призначення Trader агента полягає у генерації суворо структурованої торгової рекомендації, яка може бути безпосередньо виконана людиною або автоматизованою системою. На відміну від дослідників, чиї виходи є переважно текстовими наративами, вихід Trader агента є формалізованим об'єктом даних з ключовими параметрами:

- Action – операція зі множини BUY, HOLD, SELL;
- Target Price – визначає очікуваний рівень фіксації прибутку;
- Entry Point – визначає оптимальний ціновий рівень для відкриття позиції;
- Stop-Loss – визначає рівень обмеження збитків;
- Position Size – визначає рекомендований обсяг інвестиції у відсотках від доступного капіталу;

– Exit Point – визначає рівень повного закриття позиції.

Результат роботи Trader агента записується у поле `trader_investment_plan` об'єкта загального стану `AgentState` і передається на наступний етап валідації ризиків.

### 3.3.4 Підсистема команди агентів ризик-менеджерів

Четверта фаза організована як дебати між трьома агентами з різними підходами до ризику.

Агент `RiskyAnalyst` (`core/agents/risk_mgmt/aggressive_debator.py`) реалізує стратегію максимізації прибутку через прийняття підвищеної волатильності. Його внутрішня логіка та системні промпти налаштовані на пошук аргументів на користь прийняття ризиків. Він акцентує увагу на асиметричних можливостях, які можуть бути втрачені через надмірну обережність, та апелює до історичних прикладів успішних високоризикових операцій. Його завдання в системі – захист ризикових рішень проти консерватизму, гарантуючи, що система не відкидає потенційно прибуткові угоди лише через стандартні, шаблонні протоколи безпеки.

На противагу йому, агент `SafeAnalyst` (`core/agents/risk_mgmt/conservative_debator.py`) виступає як безумовний захисник капіталу. Його функціональне призначення – вимагати найвищого рівня впевненості та підтвердження перед будь-яким входом у ринок. Він фокусується на моделюванні сценаріїв найгіршого розвитку подій, наголошує на необхідності широкої диверсифікації.

Агент `NeutralAnalyst` (`core/agents/risk_mgmt/neutral_debator.py`) виконує роль медіатора та балансувальника. Він шукає оптимальне математичне співвідношення ризик/прибуток, намагаючись інтегрувати валідні аргументи як агресивного, так і консервативного агентів.

У програмному коді цього агента передбачено спеціальні механізми верифікації консистентності відповіді LLM – якщо модель починає "плутати ролі", наприклад, `SafeAnalyst` починає висловлюватись агресивно, система автоматично

перевіряє перші 100 символів відповіді на наявність семантичних маркерів "conservative", "cautious". У разі невідповідності може бути застосована дефолтна безпечна поведінка, що є запобіжником від збоїв моделі.

Управління станом реалізовано аналогічно до InvestDebateState, але з додатковим полем latest\_speaker для відслідковування останнього спікера. Цикл дебатів контролюється методами класу ConditionalLogic, які визначають, коли дискусія досягла точки насичення інформацією. Циклічна ротація забезпечується методами should\_continue\_after\_risky\_clear(), should\_continue\_after\_safe\_clear() та should\_continue\_after\_neutral\_clear(). Поріг завершення дебатів розраховується як потроєна кількість максимальних раундів, щоб гарантувати рівну кількість виступів для кожної з трьох сторін.

Фіналізує цю фазу RiskManager агент, який аналізує всю історію тристоронніх дебатів і генерує звіт. Цей документ містить категоричну оцінку рівня ризику та директивні рекомендації щодо коригування параметрів угоди. Наприклад, якщо Trader агент запропонував агресивний вхід на 10% депозиту, а RiskManager агент на основі аргументів SafeAnalyst агента оцінив ризик як високий, розмір позиції може бути примусово зменшено до 1-2%, незалежно від попередніх рекомендацій.

Результат роботи RiskManager агента записується у поле final\_trade\_decision об'єкта загального стану AgentState і передається на наступний етап.

### **3.3.5 Підсистема агента управління портфелем**

Завершальним етапом аналітичного пайплайну є робота PortfolioManager агента, який реалізований у файлі core/agents/managers/portfolio\_manager.py і виступає системним інтегратором. Його головне завдання – сформулювати остаточну, комплексну інвестиційну рекомендацію, яка буде представлена інвестору. Вхідними даними для PortfolioManager агента слугують деталізований торговий план від Trader агента та вердикт щодо допустимих ризиків від Risk Manager агента.

Логіка PortfolioManager агента полягає у фінальній верифікації та узгодженні параметрів. Він не генерує нових ринкових гіпотез, а перевіряє логічну та математичну узгодженість наявних. Результатом його роботи є звіт, який є кульмінацією роботи всієї мультиагентної мережі.

Звіт містить остаточне рішення (BUY/HOLD/SELL), скориговану цільову ціну та, що найважливіше, фінальний розмір позиції вже з урахуванням жорстких обмежень ризик-менеджера. Крім того, агент формує остаточну стратегію входу та виходу, детальний план управління ризиками, наприклад, умови переведення стоп-лосу у беззбитковість та визначає рекомендований часовий горизонт інвестиції як короткостроковий скаल्प, середньостроковий свінг або довгострокове інвестування. Цей звіт є кінцевим артефактом, що надається користувачеві.

### **3.4 Інтеграція механізмів довгострокової пам'яті та рефлексії агентів**

Механізм рефлексії, реалізований класом Reflector у модулі core/graph/reflection.py, є ключовим елементом, що перетворює систему зі статичного інструменту на динамічну сутність, здатну до самовдосконалення. Його призначення – глибокий пост-аналіз прийнятих рішень після того, як стають відомі реальні результати торгових рішень. Це дозволяє замкнути цикл зворотного зв'язку, реалізуючи спрощену форму навчання з підкріпленням на текстовому рівні. Рефлексія ініціюється викликом методу reflect\_and\_remember() головного графа TradeGraph, який передає до компонента Reflector критичний параметр returns\_losses – фінансовий результат угоди.

Конструктор класу ініціалізує спеціалізований системний промпт, структурований за чотирма аналітичними напрямками, що дозволяє структурувати процес самоаналізу:

- Reasoning – модель аналізує правильність логічного ланцюжка рішення у контексті отриманого результату;
- Improvement – формулювання конкретних, дієвих корегувальних заходів для уникнення ідентичних помилок у майбутньому;

- Summary – виведення абстрактних уроків та принципів, які можуть бути застосовані до широкого класу ринкових ситуацій;
- Query – стиснення отриманих інсайтів до компактного векторного представлення для ефективного індексування та зберігання у базі знань.

Клас `Reflector` містить окремі спеціалізовані методи для аналізу кожного функціонального компонента системи. Кожен метод витягує релевантний зріз даних зі стану минулої сесії, обробляє його через LLM і зберігає результат у відповідній секції довгострокової пам'яті.

Система довгострокової пам'яті, що забезпечує персистентність досвіду агентів, реалізована класом `FinancialSituationMemory` у файлі `core/agents/utills/memory.py`. Її технологічною основою є використання векторної бази даних `ChromaDB`, яка дозволяє зберігати та шукати інформацію не за ключовими словами, а за ембедингами. Це дозволяє агентам здійснювати пошук минулих ринкових ситуацій, що є структурно або контекстуально подібними до поточної, реалізуючи принцип "навчання на історії". Процес векторизації даних є адаптивним і залежить від обраного в конфігурації провайдера LLM.

У головному графі `TradeGraph` створюється шість ізольованих екземплярів пам'яті для кожного з ключових агентів. Основний інтерфейс взаємодії з пам'яттю реалізовано через метод `get_memories()`, який виконує пошук k-найближчих сусідів за вектором поточної ситуації та повертає список збережених рекомендацій разом з оцінкою їхньої подібності – `similarity_score`. Метод `add_situations()` відповідає за запис нових пар "ситуація-рекомендація" до бази даних після завершення етапу рефлексії, постійно поповнюючи базу знань системи.

У розробленій системі технологія RAG реалізована як концепцію `Experience-based RAG`, інтегруючись безпосередньо в робочий процес агентів через механізм пам'яті, що відрізняє її від класичних запитально-відповідних систем. Процес починається з автоматичного формування текстового опису поточної ринкової ситуації на основі свіжих звітів аналітиків. Цей текст перетворюється на вектор і використовується як пошуковий запит до `ChromaDB`. Знайдені історичні прецеденти – записи про те, як система діяла в схожих умовах у минулому і до якого результату

це призвело витягуються і форматуються у спеціальний контекстний блок `past_memory_str`.

Окрім довгострокового RAG, система використовує короткостроковий механізм, що емулює RAG, для підтримки контексту всередині однієї сесії аналізу. Це реалізовано через структуру `debate_turns` та функцію `format_context_for_prompt()`. Вона динамічно формує ковзне вікно контексту з останніх  $N$  ходів дебатів, дозволяючи агентам точно "цитувати", підтримувати або аргументовано заперечувати тези опонентів, висловлені кілька кроків тому. Це забезпечує високу зв'язність дискусії, імітуючи короткочасну робочу пам'ять людини в процесі діалогу, та запобігає втраті нитки аргументації у тривалих дебатах.

Цей контекстний блок потім динамічно інтегрується у системний промпт агента безпосередньо перед генерацією відповіді. Отже, коли `BullResearcher` або `Trader` агенти приймають рішення, вони "пам'ятають", що сталося минулого разу, коли на ринку спостерігався аналогічний патерн. Це дозволяє моделі коригувати свої ймовірнісні прогнози, спираючись на емпіричний досвід конкретної системи, а не лише на свої загальні попередньо навчені ваги, що значно підвищує адаптивність стратегії до специфіки ринку.

### **Висновки до розділу 3**

У рамках розділу здійснено обґрунтування вибору технологічного стеку та детально описано процес програмної реалізації методу агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют з використання великих мовних моделей у вигляді веб-застосунку. Для розробки серверної частини системи було обрано мову програмування Python та асинхронний фреймворк FastAPI, що забезпечило високу продуктивність обробки запитів та безшовну інтеграцію з сучасними бібліотеками штучного інтелекту. Архітектура рішення побудована на принципах модульності, де ресурсомісткі задачі інференсу великих мовних моделей винесено у фонові процеси за допомогою менеджера черг Celery та брокера повідомлень Redis, що дозволило досягти низької латентності системи. Ключовим інноваційним рішенням при

реалізації логіки агентів стало використання бібліотеки LangGraph, яка, на відміну від лінійних ланцюжків, дозволила створити циклічні графи зі станом для моделювання складних ітеративних процесів, таких як дебати дослідників та тристоронні дискусії щодо ризиків.

Система збереження даних реалізована за гібридною схемою, що поєднує реляційну базу даних PostgreSQL для надійного зберігання структурованих фінансових показників та векторну базу даних ChromaDB для роботи з семантичними ембедінгами текстів, що є критичним для функціонування механізму RAG. Функціональне ядро системи, реалізоване через клас TradeGraph, забезпечує чітку оркестрацію п'яти послідовних фаз аналізу: збору даних, інвестиційних дебатів, формування торгового плану, оцінки ризиків та генерації фінальної рекомендації. Важливою особливістю програмної реалізації є стандартизація комунікації між агентами через використання типізованих структур даних замість вільного тексту, що мінімізує ефект втрати контексту та забезпечує цілісність передачі інформації на всіх етапах обробки.

Для підвищення адаптивності системи імплементовано механізм рефлексії та довгострокової пам'яті, який дозволяє агентам аналізувати результати попередніх рішень та використовувати історичний досвід при формуванні нових прогнозів. Клієнтська частина застосунку розроблена на фреймворку Vue.js з використанням протоколу WebSocket, що надає користувачеві можливість спостерігати за процесом прийняття рішень агентами в реальному часі.

## РОЗДІЛ 4 Експериментальні дослідження та оцінювання методу агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют з використанням BVM

### 4.1 Розгортання та налаштування експериментального середовища

У рамках цієї роботи критично важливим етапом є побудова надійного, масштабованого та відтворюваного програмного середовища. Розроблена програмна реалізація методу являє собою складну мультиагентну систему, де автономні агенти на базі великих мовних моделей взаємодіють у реальному часі для моделювання ринкової поведінки.

Ефективність функціонування агентів, керованих великими мовними моделями, безпосередньо залежить від латентності мережевої інфраструктури, швидкодії підсистем баз даних та оптимізації асинхронних протоколів обміну повідомленнями. Отже, процедура розгортання розглядається як створення лабораторних умов для проведення експерименту, де кожен конфігураційний параметр впливає на точність прогнозування динаміки криптоактивів.

Враховуючи використання технологій контейнеризації та необхідність підтримки векторних баз даних у оперативній пам'яті, до хост-машини висуваються специфічні вимоги. Для забезпечення стабільної роботи системи, особливо компонентів, що відповідають за векторний пошук та асинхронну обробку запитів агентів, повинні бути виконані апаратні вимоги (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1 – Апаратні вимоги

Вимоги	Мінімальні	Рекомендовані
CPU	4 ядра (2,5 GHz+)	8 ядер (3.0 GHz+)
RAM	8 GB	16 GB
Дисковий простір	15 GB	30 GB

Такі вимоги до RAM та дискової підсистеми зумовлені використанням ChromaDB для зберігання ембедінгів та Redis для кешування станів агентів.

Функціонування агентної мережі вимагає інтеграції з зовнішніми постачальниками послуг генеративного штучного інтелекту та фінансових даних.

Робота агентів залежить від доступу до зовнішніх постачальників послуг штучного інтелекту та фінансових даних. Конфігурація системи вимагає наявності дійсних ключів доступу для сервісів (таблиця 4.2). Відсутність доступу до будь-якого з наведених ресурсів унеможливилює повноцінну роботу системи.

Таблиця 4.2 – Перелік зовнішніх ресурсів

Назва	Посилання	Призначення	Ключ
OpenAI	<a href="https://platform.openai.com/">https://platform.openai.com/</a>	LLM провайдер	Потрібен
DeepSeek	<a href="https://platform.deepseek.com/">https://platform.deepseek.com/</a>	LLM провайдер	Потрібен
Google	<a href="https://makersuite.google.com/">https://makersuite.google.com/</a>	LLM провайдер	Потрібен
Kimi	<a href="https://platform.moonshot.cn/">https://platform.moonshot.cn/</a>	LLM провайдер	Потрібен
Redit	<a href="https://www.reddit.com/prefs/apps">https://www.reddit.com/prefs/apps</a>	Джерело даних	Потрібен
FinHub	<a href="https://finnhub.io/">https://finnhub.io/</a>	Джерело даних	Потрібен
CoinGecko	<a href="https://www.coingecko.com/api">https://www.coingecko.com/api</a>	Джерело даних	Потрібен

Для забезпечення ізоляції середовища та спрощення розгортання використано технологію Docker. Всі компоненти системи оркеструються за допомогою Docker Compose. Основні інфраструктурні компоненти наведено у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Перелік основних інфраструктурних компонентів

Назва	Версія	Призначення
Docker	20.10+	Платформа контейнеризації застосунків
Docker Compose	2.0+	Оркестрація багатоконтейнерних середовищ
PostgreSQL	17.3+	Реляційна СКБД для зберігання історії
Redis	7.1+	Брокер повідомлень та система кешування
CromaDB	0.5+	Векторна база даних (RAG, пам'ять агентів)
Node.js	16.0+	Середовище виконання JavaScript
Vite	7.0+	Інструмент збірки фронтенду

За результатами технічної регламентації середовища та створення інструкції розгортання програмної реалізації методу агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют встановлено, що використання технології контейнеризації Docker та оркестрації через Docker Compose є критично необхідним для даного типу досліджень. Це дозволяє нівелювати розбіжності у конфігураціях локальних операційних систем і гарантувати, що поведінка агентів, яка залежить від програмного оточення, буде ідентичною при кожному запуску симуляції.

## 4.2 Взаємодія з методом та налаштування програмної реалізації

Взаємодія з розробленою системою агентно-орієнтованого аналізу здійснюється через веб-інтерфейс, який забезпечує налаштування параметрів аналізу, моніторинг виконання завдань автономними агентами та перегляд результатів аналітики. Логіка роботи з програмним продуктом поділяється на етапи конфігурації, ініціалізації процесу, моніторингу та роботи з архівом даних (рисунок 4.1).

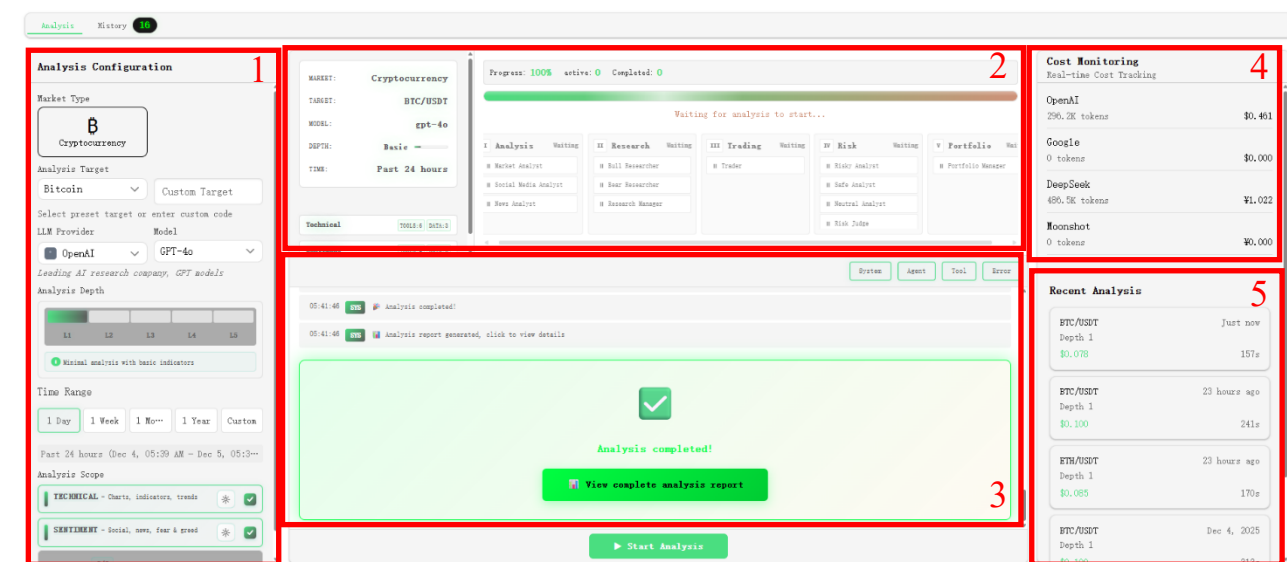


Рисунок 4.1 – Головний екран програмної реалізації

Головне вікно програми розділене на функціональні зони, що дозволяють здійснювати гнучке налаштування вхідних даних для великих мовних моделей.

Панель «Analysis Configuration», яка помічена номером «1» на рисунку 4.1, призначена для встановлення базових конфігурацій аналізу:

- вибір активу відповідає за вибір криптоактиву з випадаючого списку з готовими варіантами для аналізу;
- вибір провайдера LLM відповідає за вибір необхідного LLM провайдера з випадаючого списку і актуальної моделі цього провайдера;
- глибина аналізу передбачено градацію від L1 до L5, що визначає обсяг оброблюваної інформації та кількість раундів між агентами;
- часовий діапазон відповідає за встановлення часового діапазону історичних даних, який буде враховано агентами при побудові прогнозів;
- деталізація обсягу аналізу шляхом натискання на кнопки налаштувань у блоках technical та sentiment викликає модальні вікна розширеної конфігурації.

Блок «Technical» (рисунок 4.2) дозволяє включити/виключити з аналізу цінні метрики, технічні індикатори, історичні дані та індекс страху/жадібності. Також тут обираються джерела даних.

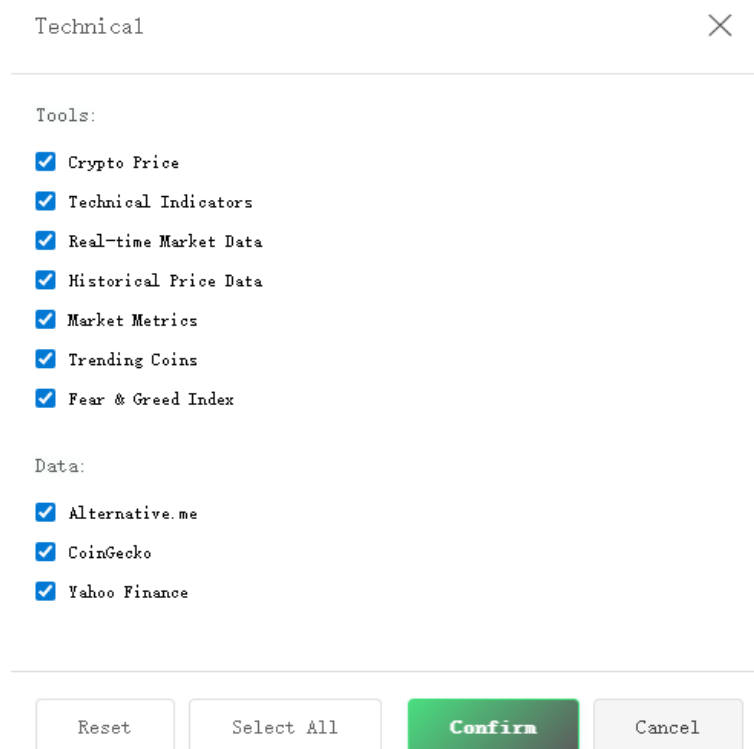


Рисунок 4.2 – Блок налаштування MarketAnalyst агента

Блок «Sentiment» (рисунок 4.3) відповідає за підключення джерел для аналізу настроїв ринку, включаючи новинні агрегатори та соціальні мережі, що є критичним для повноцінного фундаментального аналізу.

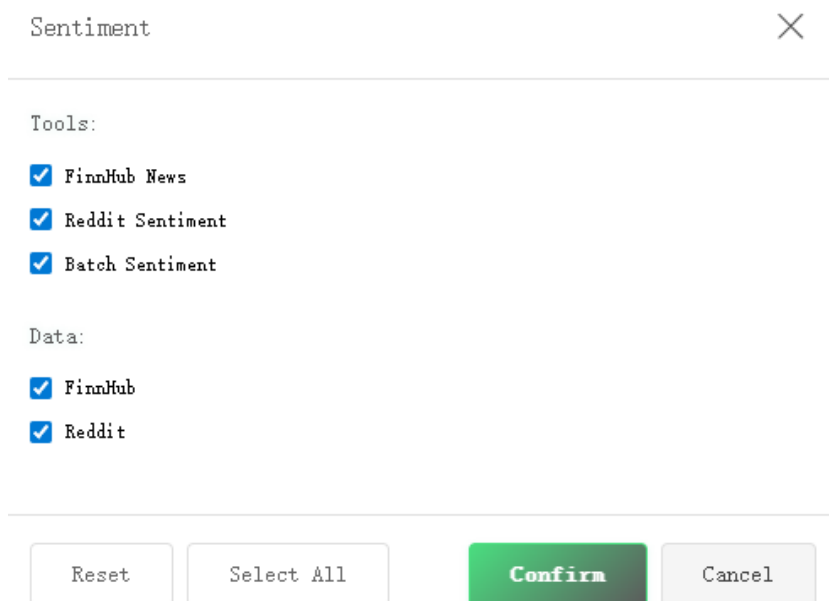


Рисунок 4.3 – Блок налаштування NewsAnalyst та SocialMediaAnalyst агентів

Після завершення налаштувань запуск процесу здійснюється натисканням кнопки «Start Analysis».

Центральна частина інтерфейсу, яка помічена номером 2 на рисунку 4.1, візуалізує хід виконання завдання в реальному часі. Система відображає статус кожного автономного агента у ланцюжку прийняття рішень.

Прогрес-бар та консоль подій інформують користувача про поточний стан аналізу та завершення генерації звіту.

Окремим важливим модулем є панель «Cost Monitoring», помічена номером «4» на рисунку 4.1, яка забезпечує трекінг витрат у розрізі використовуваних LLM API. Це дозволяє оцінювати економічну ефективність обраної конфігурації моделі у перерахунку на токени.

Для забезпечення відтворюваності досліджень та ретроспективного аналізу в системі реалізована сторінка «History» (рисунок 4.4).

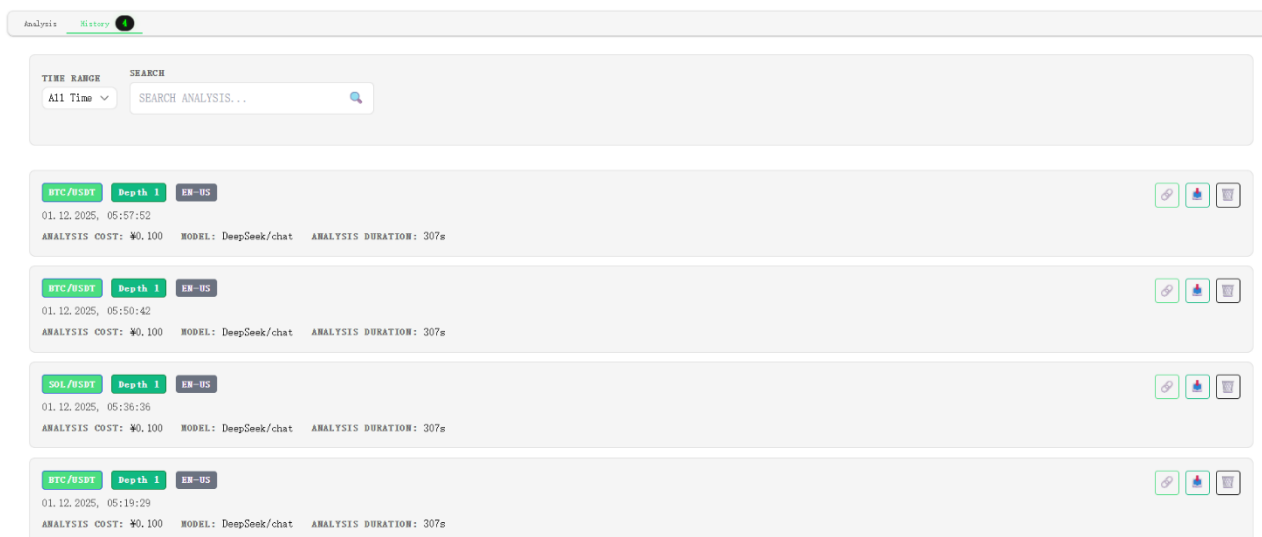


Рисунок 4.4 – Екран перегляду історії

Доступ до нього здійснюється через навігаційне меню у верхній частині інтерфейсу. Функціонал вкладки історії включає:

Пошук та фільтрацію – інструменти Search Analysis та Time Range дозволяють знаходити результати попередніх аналізів ринку за ключовими словами або датою;

Картки аналізу – кожен запис містить метадані про проведену операцію, а саме торгову пару, глибину аналізу, використану модель, вартість та тривалість виконання;

Управління результатами – доступні опції перегляду повного звіту, завантаження результатів або видалення запису з бази даних.

Така організація інтерфейсу дозволяє ефективно керувати життєвим циклом аналітичного процесу – від параметризації вхідних даних до інтерпретації фінальних висновків, згенерованих мультиагентною системою.

### 4.3 Прикладне тестування програмної реалізації запропонованого методу

Для проведення прикладного тестування розробленої інформаційної системи для агентно-орієнтованого аналізу крипторинку з використанням великих мовних моделей було проведено чотири тестових випадків для перевірки правильності та точності аналізу та обґрунтування торгових рішень у вигляді рекомендацій щодо відкриття, утримання або закриття позицій на момент 5 грудня 2025 року.

Перше тестування у форматі тест-кейс спрямоване на перевірку коректності роботи методу в режимі роботи «Technical», тобто в режимі аналізу ринку криптовалют тільки на основі ринкових даних, зокрема в цілях генерації торгової поради (таблиця 4.4).

Таблиця 4.4 – Тест-кейс AT0001

<b>Тест-кейс ID:</b> AT0001	<b>Пріоритет:</b> 1
<b>Назва:</b> Перевірка роботи методу в режимі «Technical»	
<b>Вхідні дані:</b> Market: Cryptocurrency, Target: BTC, LLM Provider: OpenAI, Model: gpt-4o, Depth: L1, Time Range: 24 hours, Scope: Technical	
<b>Кроки</b>	<b>Очікуваний результат</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Формування вхідного сценарію на основі вхідних параметрів.</li> <li>2. Подати на вхід сценарій аналізу на базі ринкових даних з мінімальною глибиною аналізу.</li> <li>3. Ініціалізувати процес аналізу.</li> <li>4. Дочекатися завершення циклу аналізу агентами.</li> <li>5. Отримати фінальну торгову рекомендацію на основі аналізу з мінімальною глибиною ринкових даних.</li> <li>6. Згенерувати фінальний звіт.</li> </ol>	<p><b>Очікуваний результат:</b></p> <p>Система ініціює аналіз.</p> <p>Прогрес виконання: 100%.</p> <p>Статус: Analysis completed</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Система розпочинає взаємодію з LLM та розподіляє завдання між агентами. Статус процесу змінюється на активний.</li> <li>2. Всі агенти завершують виконання своїх завдань. Індикатори стану агентів підтверджують успішну обробку даних.</li> <li>3. Система повертає структурований звіт, що містить аналіз на основі ринкових даних за останні 24 години та сформовану торгову рекомендацію.</li> <li>4. В звіті відображені всі відповіді агентів в хронологічному порядку.</li> </ol>
<b>Результат виконання тест-кейсу:</b> Пройдено успішно	

У процесі виконання сценарію успішно пройдено всі кроки та отриманий результат цілком збігається з очікуваним (рисунок 4.5).

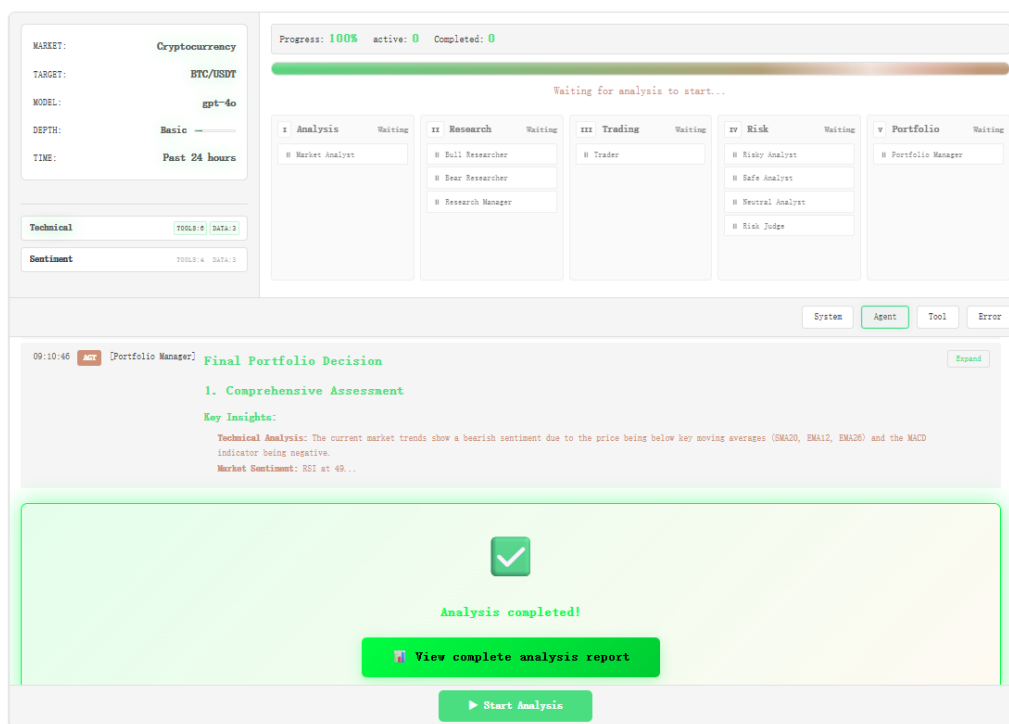


Рисунок 4.5 – Успішне виконання сценарію тест-кейсу AT0001

Торгова порада продати 95% активів виявилася дуже точною та своєчасною. Вона дозволила уникнути наслідків значного падіння ціни, яке відбулося пізніше того ж дня. Ринок знаходився у фазі невизначеності, але тримався вище рівня \$92,000. Технічні індикатори вказували на «ведмежий» настрій, що повністю підтвердилося подальшими подіями.

Аналіз правильно ідентифікував слабкість ринку попри те, що ціна на той момент ще трималася на відносно високих рівнях. Виконання цієї рекомендації зберегло капітал і дозволило б відкупити актив дешевше наступного дня.

Друге тестування у форматі тест-кейс спрямоване на перевірку коректності роботи методу в режимі роботи «Sentiment», тобто в режимі аналізу ринку криптовалют тільки на основі постів в соціальних мережах та новин, зокрема в цілях генерації торгової поради (таблиця 4.5).

Таблиця 4.5 – Тест-кейс AT0002

<b>Тест-кейс ID:</b> AT0002	<b>Пріоритет:</b> 1
<b>Назва:</b> Перевірка роботи методу режимі «Sentiment»	
<b>Вхідні дані:</b> Market: Cryptocurrency, Target: BTC, LLM Provider: OpenAI, Model: gpt-4o, Depth: L1, Time Range: 24 hours, Scope: Sentiment	
<b>Кроки</b>	<b>Очікуваний результат</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Формування вхідного сценарію на основі вхідних параметрів.</li> <li>2. Подати на вхід сценарій аналізу ринку на базі постів соціальних мереж та новин з мінімальною глибиною аналізу.</li> <li>3. Ініціалізувати процес аналізу.</li> <li>4. Дочекатися завершення циклу аналізу агентами.</li> <li>5. Отримати фінальну торгову рекомендацію на основі аналізу з мінімальною глибиною постів соціальних мереж та новин.</li> <li>6. Згенерувати фінальний звіт.</li> </ol>	<p><b>Очікуваний результат:</b></p> <p>Система ініціює аналіз.</p> <p>Прогрес виконання: 100%.</p> <p>Статус: Analysis completed</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Система розпочинає взаємодію з LLM та розподіляє завдання між агентами. Статус процесу змінюється на активний.</li> <li>2. Всі агенти завершують виконання своїх завдань. Індикатори стану агентів підтверджують успішну обробку даних.</li> <li>3. Система повертає структурований звіт, що містить аналіз на основі постів соціальних мереж та новин за останні 24 години та сформовану торгову рекомендацію.</li> <li>4. В звіті відображені всі відповіді агентів в хронологічному порядку.</li> </ol>
<b>Результат виконання тест-кейсу:</b> Пройдено успішно	

У процесі виконання сценарію успішно пройдено всі кроки та отриманий результат цілком збігається з очікуваним (рисунок 4.6).

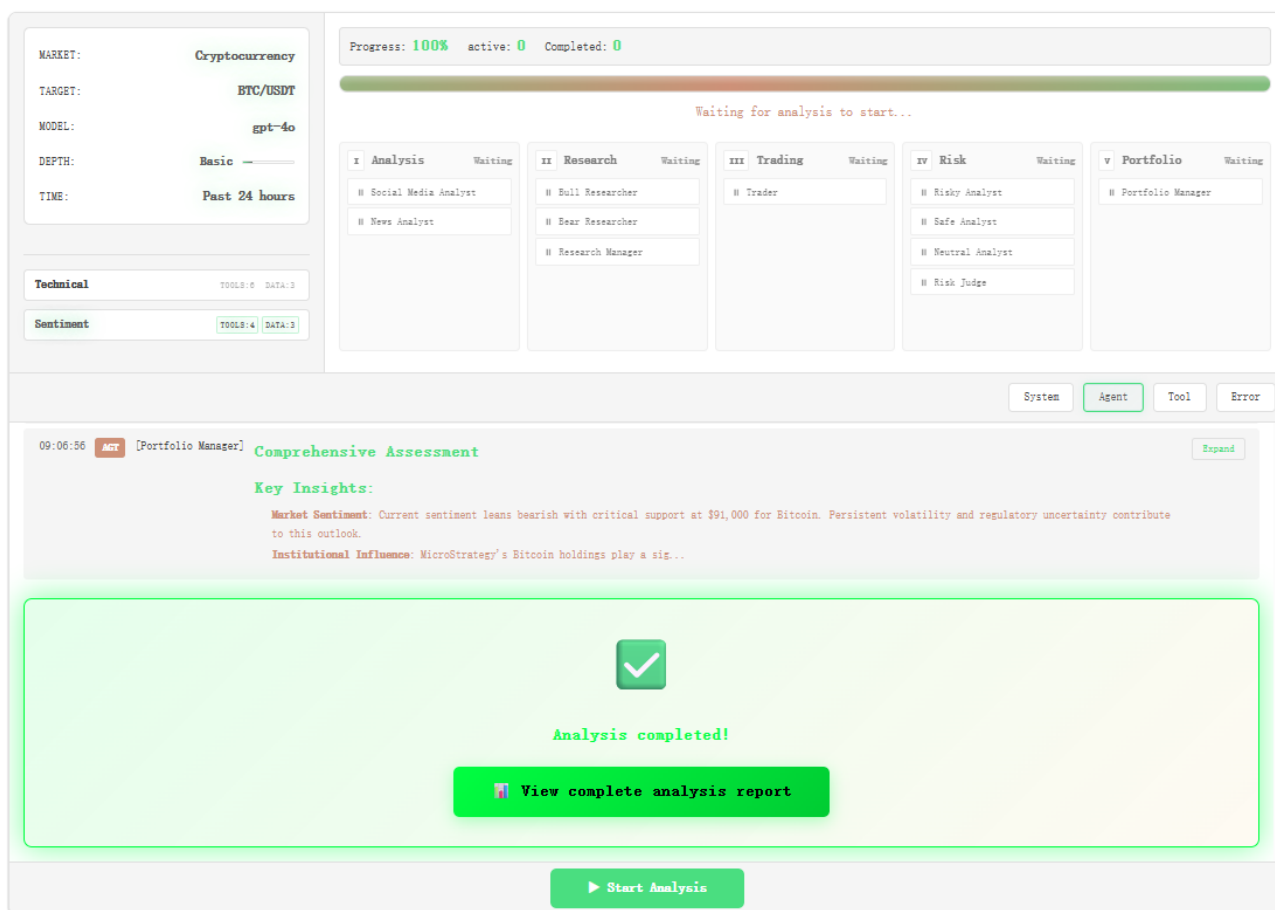


Рисунок 4.6 – Успішне виконання сценарію тест-кейсу AT0002

Порада продати 50% активів, очікуючи пробиття рівня підтримки та подальшого зниження виявилася дуже точною та своєчасною. Вона дозволила уникнути значного падіння ціни, яке відбулося пізніше того ж дня.

Аналіз вірно визначив слабкість покупців біля рівня \$91,000 і ризику, пов'язані з питаннями регулювання та волатильністю. Рекомендація продати та "почекати осторонь" була найкращою стратегією для цього періоду.

Третє тестування у форматі тест-кейс спрямоване на перевірку коректності роботи методу в комбінованому режимі роботи, тобто в режимі аналізу ринку криптовалют на основі всіх доступних даних, зокрема в цілях генерації торгової поради (таблиця 4.6).

Таблиця 4.6 – Тест-кейс AT0003

<b>Тест-кейс ID:</b> AT0003	<b>Пріоритет:</b> 1
<b>Назва:</b> Перевірка роботи методу в комбінованому режимі	
<b>Вхідні дані:</b> Market: Cryptocurrency, Target: BTC, LLM Provider: OpenAI, Model: gpt-4o, Depth: L1, Time Range: 24 hours, Scope: Sentiment, Technical	
<b>Кроки</b>	<b>Очікуваний результат</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Формування вхідного сценарію на основі вхідних параметрів.</li> <li>2. Подати на вхід сценарій аналізу ринку на базі ринкових даних, постів соціальних мереж та новин з мінімальною глибиною аналізу.</li> <li>3. Ініціалізувати процес аналізу.</li> <li>4. Дочекатися завершення циклу аналізу агентами.</li> <li>5. Отримати фінальну торгову рекомендацію на основі аналізу з мінімальною глибиною ринкових даних, постів соціальних мереж та новин.</li> <li>6. Згенерувати фінальний звіт.</li> </ol>	<p><b>Очікуваний результат:</b></p> <p>Система ініціює аналіз.</p> <p>Прогрес виконання: 100%.</p> <p>Статус: Analysis completed</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Система розпочинає взаємодію з LLM та розподіляє завдання між агентами. Статус процесу змінюється на активний.</li> <li>2. Всі агенти завершують виконання своїх завдань. Індикатори стану агентів підтверджують успішну обробку даних.</li> <li>3. Система повертає структурований звіт, що містить аналіз на основі ринкових даних, постів соціальних мереж та новин за останні 24 години та сформовану торгову рекомендацію.</li> <li>4. В звіті відображені всі відповіді агентів в хронологічному порядку.</li> </ol>
<b>Результат виконання тест-кейсу:</b> Пройдено успішно	

У процесі виконання сценарію успішно пройдено всі кроки та отриманий результат цілком збігається з очікуваним (рисунок 4.7).

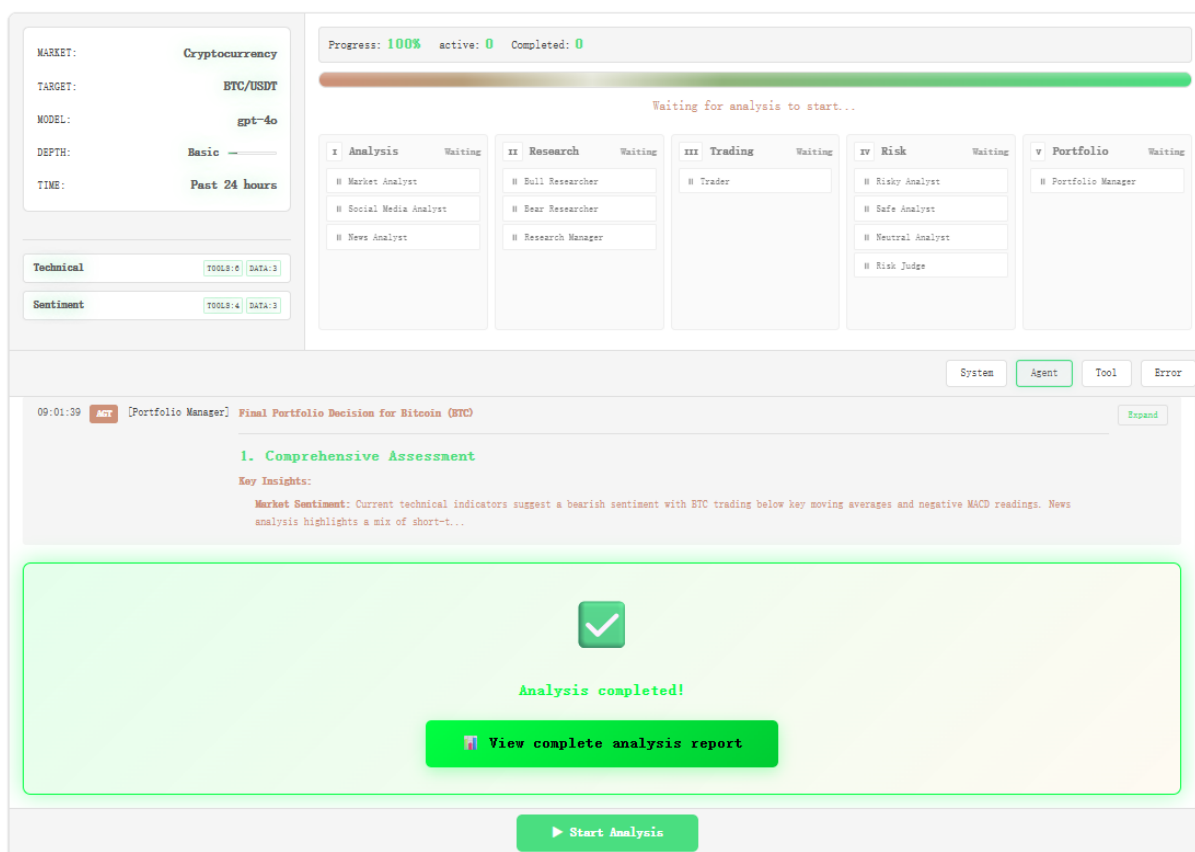


Рисунок 4.7 – Успішне виконання сценарію тест-кейсу АТ0003

Порада продати 90% активів виявилася дуже вчасною і точною щодо напрямку ринку. Вона дозволила б уникнути значних збитків, оскільки ринок дійсно пішов вниз одразу після генерації сигналу. Хоча стратегія "перезаходу" була трохи передчасною, загальний результат для користувача був би позитивним порівняно зі стратегією В&Н.

Торгова порада правильно визначила ведмежий настрій. Згадка про регуляторні ризики та волатильність була влучною – ринок відреагував саме на макроекономічні новини та ліквідації позицій. Рівень впевненості 7\10 був виправданий тому що ринок був нестабільним, і консервативна стратегія виявилася найкращим рішенням.

Четверте тестування у форматі тест-кейс спрямоване на перевірку коректності роботи методу в комбінованому режимі роботи та з максимальною глибиною аналізу, зокрема в цілях генерації торгової поради (таблиця 4.7).

Таблиця 4.7 – Тест-кейс AT0004

<b>Тест-кейс ID:</b> AT0004	<b>Пріоритет:</b> 1
<b>Назва:</b> Перевірка роботи методу при максимальному рівні глибини аналізу <b>Вхідні дані:</b> Market: Cryptocurrency, Target: BTC, LLM Provider: OpenAI, Model: gpt-4o, Depth: L5, Time Range: 24 hours, Scope: Sentiment, Technical	
<b>Кроки</b>	<b>Очікуваний результат</b>
1. Формування вхідного сценарію на основі вхідних параметрів. 2. Подати на вхід сценарій аналізу ринку на базі ринкових даних, постів соціальних мереж та новин з максимальною глибиною аналізу. 3. Ініціалізувати процес аналізу. 4. Дочекатися завершення циклу аналізу агентами. 5. Отримати фінальну торгову рекомендацію на основі аналізу з максимальною глибиною ринкових даних, постів соціальних мереж та новин. 6. Згенерувати фінальний звіт.	<b>Очікуваний результат:</b> Система ініціює аналіз. Прогрес виконання: 100%. Статус: Analysis completed 1. Система розпочинає взаємодію з LLM та розподіляє завдання між агентами. Статус процесу змінюється на активний. 2. Всі агенти завершують виконання своїх завдань. Індикатори стану агентів підтверджують успішну обробку даних. 3. Система повертає структурований звіт, що містить аналіз на основі ринкових даних, постів соціальних мереж та новин за останні 24 години та сформовану торгову рекомендацію. 4. В звіті відображені всі відповіді агентів в хронологічному порядку.
<b>Результат виконання тест-кейсу:</b> Пройдено успішно	

У процесі виконання сценарію успішно пройдено всі кроки та отриманий результат цілком збігається з очікуваним (рисунок 4.8).

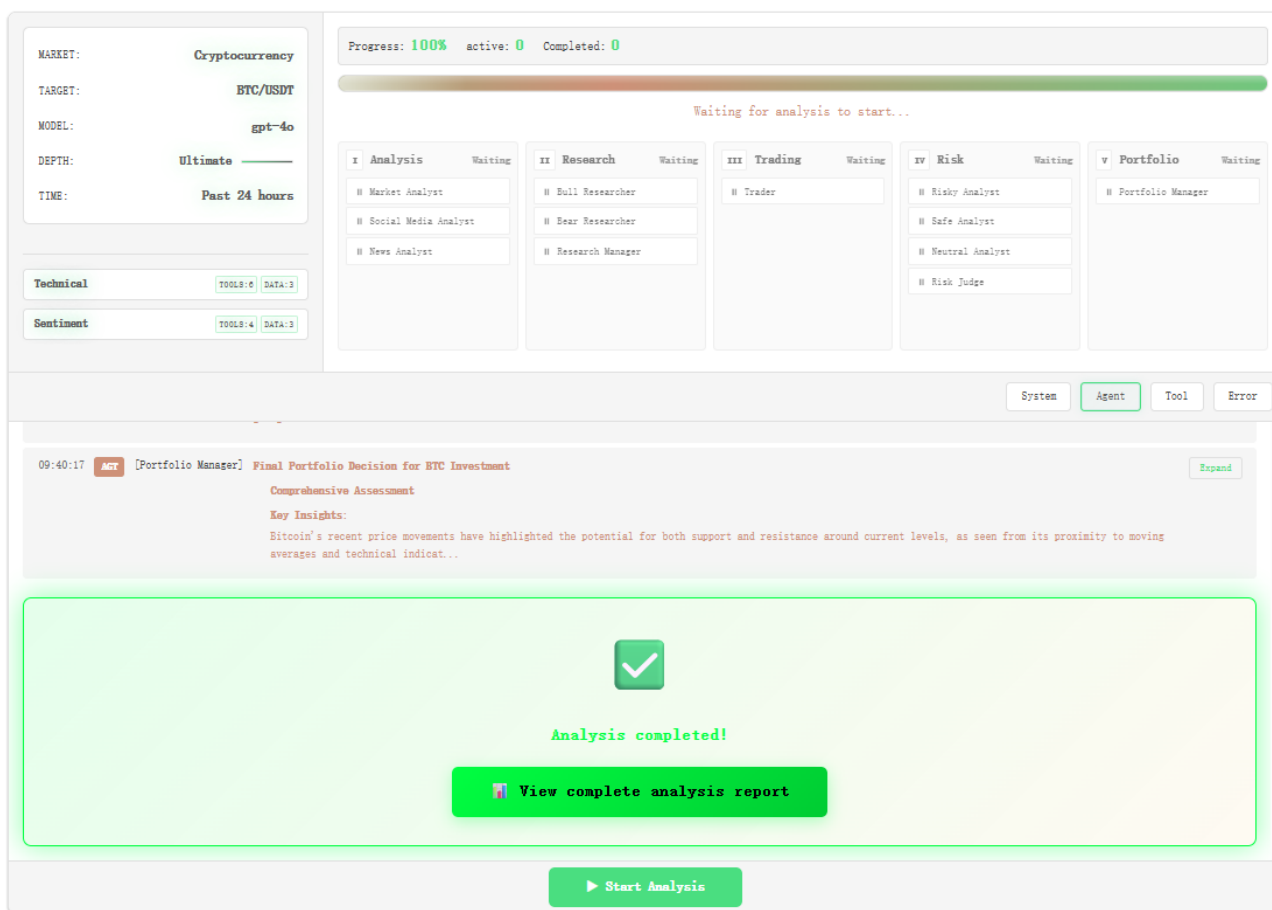


Рисунок 4.8 – Успішне виконання сценарію тест-кейсу АТ0004

Порада виявилася неефективною у короткостроковій перспективі 24-36 годин. Ринковий рух пішов проти прогнозу "утримання" та пробив ключові рівні підтримки. Аналіз правильно ідентифікував ведмежі сигнали, але все одно надав рекомендацію утримувати актив. В умовах, коли технічні індикатори вказують на падіння, а ціна знаходиться близько до підтримки, безпечнішою стратегією було б очікування або продаж якщо пробито локальні рівні, а не утримання падаючого активу.

Рівень довіри 6/10 був виправдано низьким, що вказувало на невизначеність моделі. Однак, порада спиралася на фундаментальний фактор "institutional interest", який у короткостроковому періоді не зміг переважити технічний тиск продавців.

Торгова порада виявилася неефективною для у короткостроковій перспективі та призвела до миттєвого просідання депозиту. Ведмежий сценарій реалізувався, і позиція пішла по сценарію спрацювання stop-loss обмеження.

Отже, проведене прикладне тестування програмної реалізації методу агентно-орієнтованого аналізу крипторинку з використанням великих мовних моделей у вигляді веб застосунку доводить, що використання розробленого програмного застосунку дозволяє за вхідними ринковими даними та інформаційними сигналами аналізувати та отримувати обґрунтовані торгові рішення у вигляді рекомендацій щодо відкриття, утримання або закриття позицій на основі багатоагентного аналізу з подальшим детальним текстовим поясненням логіки ухваленого рішення.

#### **4.4 Експериментальне тестування та оцінювання ефективності методу**

Оцінка роботи методу агентно-орієнтованого аналізу крипторинку з використанням великих мовних моделей за допомогою комплексного симуляційного бектестування, проведеного в часових рамках з 1 червня до 1 вересня 2025 року. Тестування охоплює 3 основних криптовалюти, зокрема Bitcoin, Ethereum та Solana.

Бенчмаркінг проводився проти п'яти встановлених стратегій:

1. Купівля та утримання (Buy and Hold) – інвестування рівних сум у всі обрані акції та їх утримання протягом усього періоду симуляції;

2. MACD (Moving Average Convergence Divergence) – стратегія, що слідує за трендом і генерує сигнали купівлі/продажу на основі точок перетину лінії MACD та сигнальної лінії;

3. KDJ та RSI (Relative Strength Index) – стратегія імпульсу, що комбінує KDJ та RSI для ідентифікації умов перекупленості та перепроданості для генерації торгових сигналів;

4. ZMR (Zero Mean Reversion) – стратегія повернення до середнього, яка генерує сигнали на основі відхилень ціни від нульової лінії відліку та подальшого повернення до неї;

5. SMA (Simple Moving Average) – стратегія слідування за трендом, що генерує торгові сигнали на основі перетинів між короткостроковими та довгостроковими ковзними середніми.

Основними показниками є сукупна дохідність (2.1), річна дохідність (2.2), коефіцієнт Шарпа (2.3) та максимальна просадка (2.4).

Агенти приймають рішення, ґрунтуючись виключно на даних, доступних до кожного торгового дня, що гарантує, що не використовуються майбутні дані, Отже, усуваючи упередженість перегляду вперед. На основі проведеного аналізу, метод генерує торгові сигнали на купівлю (buy), продаж (sell) або утримання (hold) активів, які потім виконуються. Після цього розраховуються метрики аналізу, перш ніж система переходить до даних наступного дня.

Для курсу Bitcoin, який був особливо складним випадком через ринкову волатильність протягом тестового періоду (рисунок 4.11), метод продемонстрував високу ефективність, досягнувши дохідності, що перевищує 26% протягом кількох місяців (рисунок 4.10), тоді як традиційні методи зазнали труднощів, оскільки їхні патерни не змогли узагальнитися до цієї ситуації (таблиця 4.9).

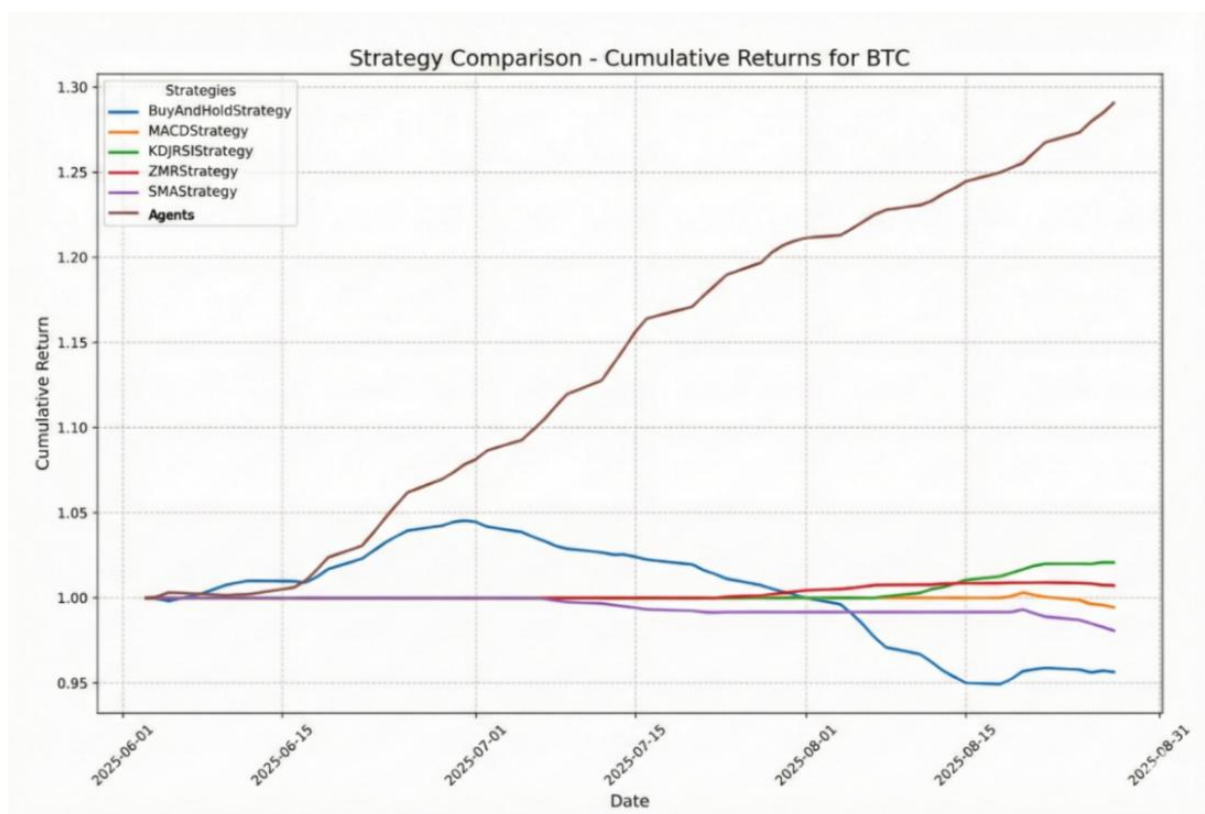


Рисунок 4.10 – Порівняння ефективності методу з базовими підходами за метрикою кумулятивної прибутковості у торгівлі Bitcoin(BTC).

Таблиця 4.9 – Порівняння ефективності методів для Bitcoin.

Категорії	Стратегії	BTC			
		CR(%)	ARR(%)	SR(%)	MDD(%)
Market	B&H	-5,23	-5,09	-1,29	11,90
Rule-base	MACD	-1,49	-1,48	-0,81	4,53
	KDJ+RSI	2,05	2,07	1,64	1,09
	ZMR	0,57	0,57	0,17	0,86
	SMA	-3,20	-2,97	-1,72	3,67
Custom	Agents	26,62	30,05	8,21	0,91
Покращення		25,57	28,43	6,57	—

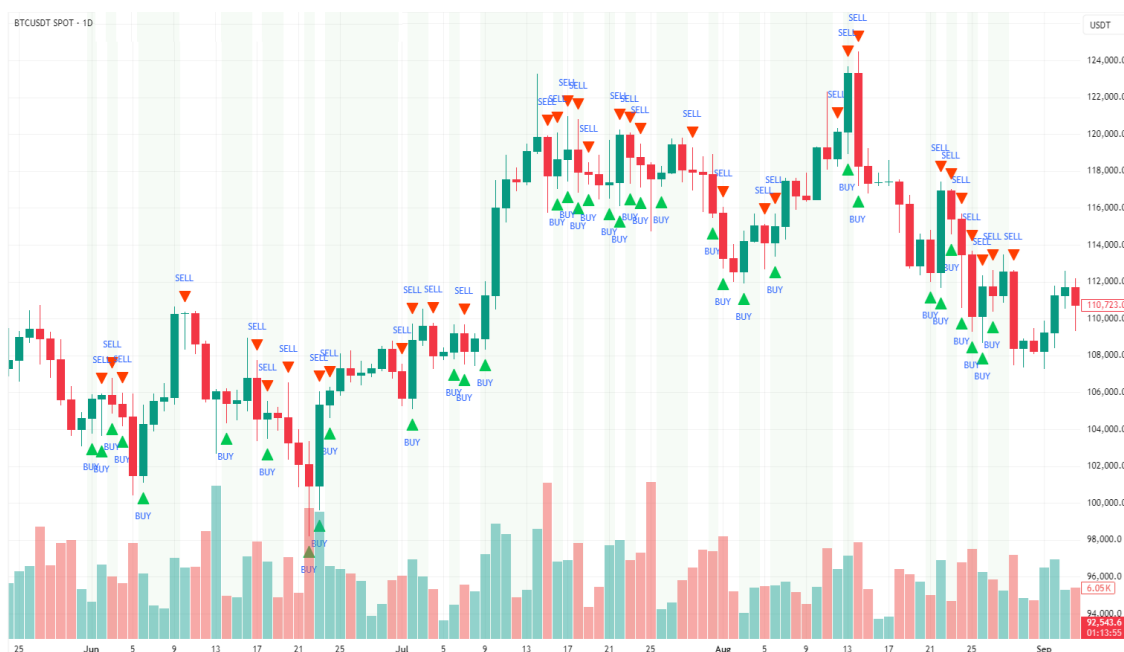


Рисунок 4.11 – Детальна історія транзакцій для Bitcoin(BTC).

Для курсу Solana ситуація і результати схожі з попереднім тестом, навіть попри високу ринкову волатильність (рисунок 4.13), метод продемонстрував високу ефективність, досягнувши дохідності понад 27% протягом тестового періоду (рисунок 4.12).

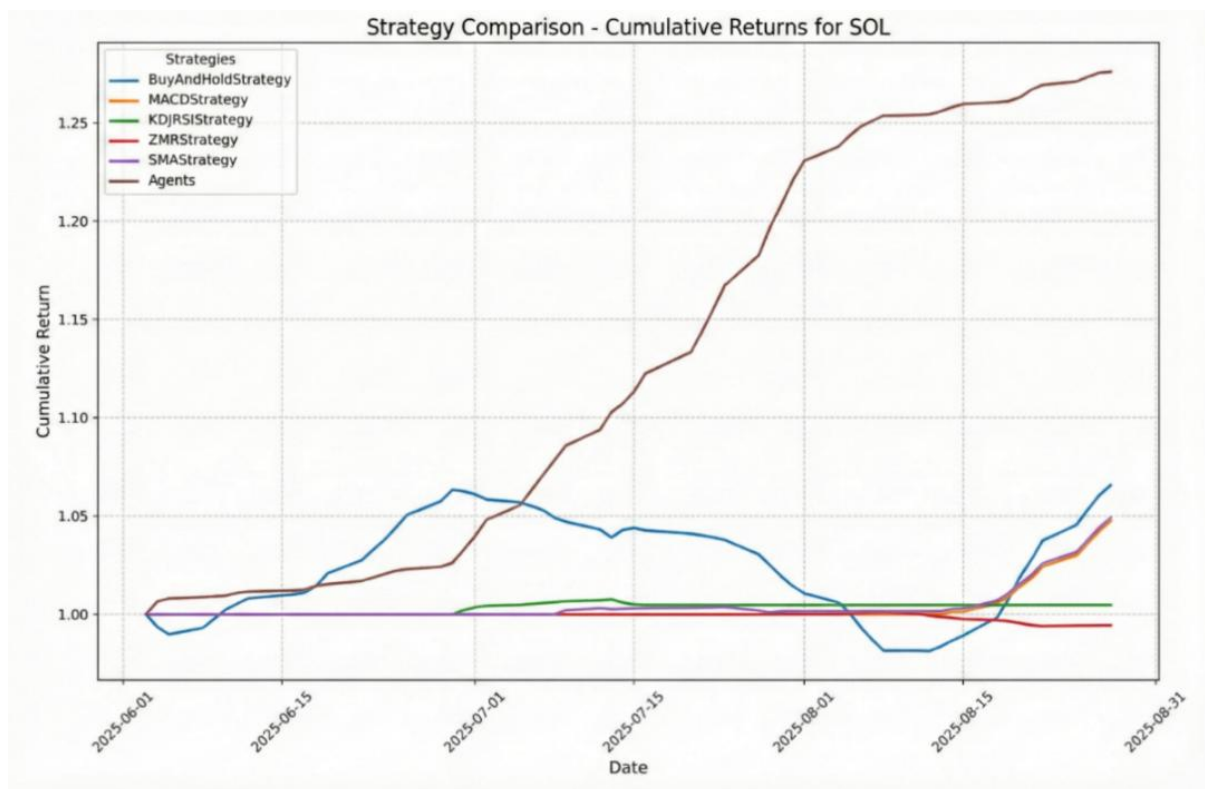


Рисунок 4.12 – Порівняння ефективності методу з базовими підходами за метрикою кумулятивної прибутковості у торгівлі Solana(SOL).

Таблиця 4.10 – Порівняння ефективності методів для Solana.

Категорії	Стратегії	SOL			
		CR(%)	ARR(%)	SR(%)	MDD(%)
Market	B&H	7,78	8,09	1,35	13,04
Rule-base	MACD	6,20	6,26	2,31	1,22
	KDJ+RSI	0,40	0,40	0,02	1,58
	ZMR	-0,58	0,58	2,12	2,34
	SMA	6,23	6,43	2,12	2,34
Custom	Agents	24,36	27,58	6,39	1,69
Покращення		16,58	19,49	4,26	—

Для курсу Ethereum ринкова ситуація виглядала інакше – актив показував активний ріст протягом тестового періоду (рисунок 4.15).



Рисунок 4.13 – Детальна історія транзакцій для Solana(SOL).

Метод продемонстрував високу ефективність, досягнувши доходності понад 24% протягом тестового періоду (рисунок 4.14), але у цьому тесті базові стратегії V&N та SMA змогли показати достойні результати, хоч і не досягли такого ж рівня як спроектований метод (таблиця 4.11).

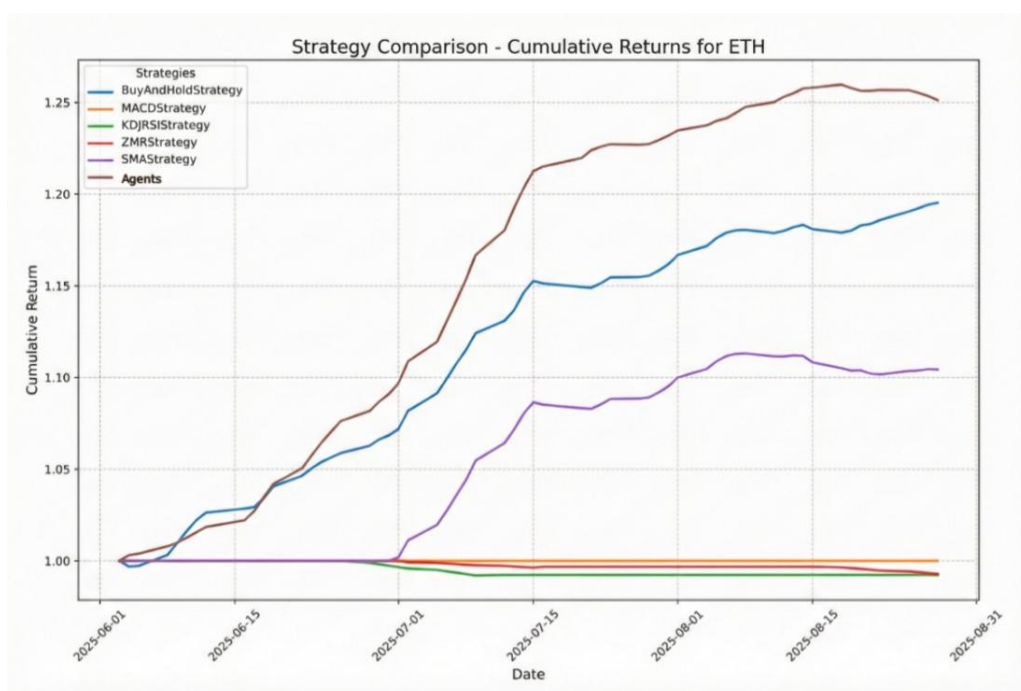


Рисунок 4.14 – Порівняння ефективності методу з базовими підходами за метрикою кумулятивної прибутковості у торгівлі Ethereum(ETH).

Таблиця 4.11 – Порівняння ефективності методів для Ethereum.

Категорії	Стратегії	ETH			
		CR	ARR	SR	MDD
Market	B&H	17,1	17,6	3,53	3,80
Rule-base	MACD	—	—	—	—
	KDJ+RSI	-077	-0,76	-2,25	1,08
	ZMR	-0,77	-0,77	-2,45	0,82
	SMA	11,01	11,6	2,22	3,97
Custom	Agents	23,21	24,90	5,60	2,11
Покращення		6,10	7,30	2,07	—

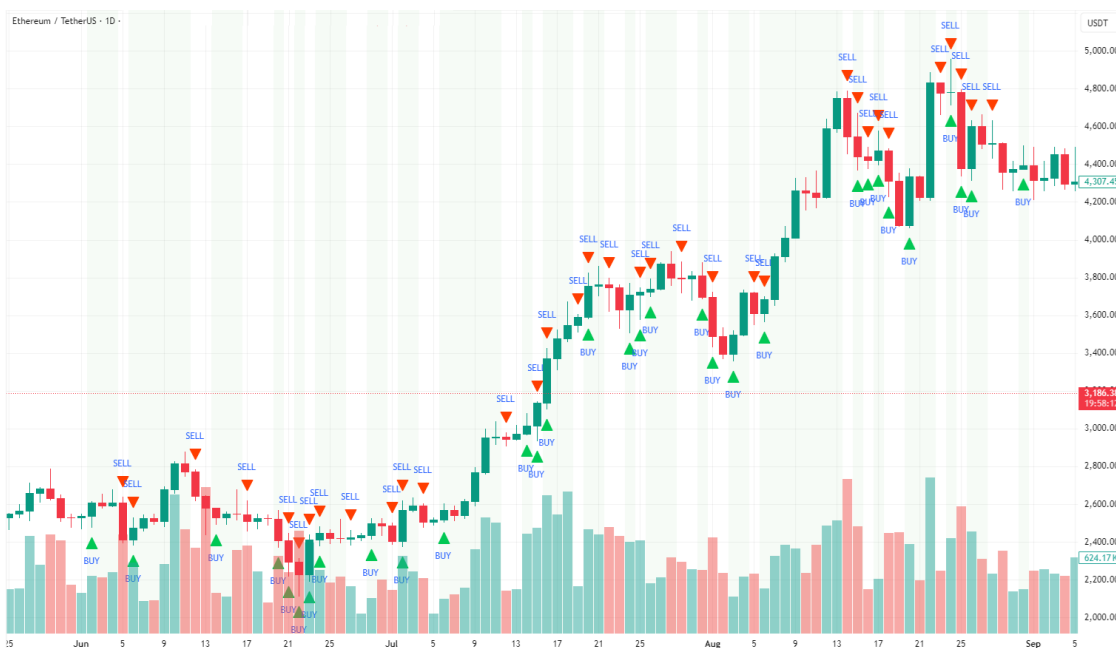


Рисунок 4.15 – Детальна історія транзакцій для Ethereum(ETH).

Метод досягає принаймні 23.21% сукупної дохідності та 24.90% річної дохідності на трьох основних криптовалютах, що були включені до вибірки, перевершуючи найкращі базові моделі з перевагою 6.1%.

Сукупна та річна дохідність та супровідні графіки демонструють, що метод перевершує існуючі базові стратегії торгівлі, засновані на правилах, особливо за показниками прибутковості, вимірної дохідністю.

Продуктивність за Коефіцієнтом Шарпа підкреслює виняткову здатність методу забезпечувати найвищу дохідність, скориговану на ризик, перевершуючи всі базові моделі. Цей результат підтверджує ефективність методу у балансуванні дохідності та ризику – вирішального фактора для стійкого та передбачуваного інвестиційного зростання.

Запропонований метод послідовно перевершує ринкові бенчмарки, такі як Buy-and-Hold, і стратегії, засновані на правилах, демонструючи свою адаптивність.

Найвищий коефіцієнт Шарпа перевищує очікуваний емпіричний діапазон. Це було зафіксовано, оскільки протягом цього періоду було мало просідань. Хоча базові моделі, засновані на правилах, продемонстрували кращу ефективність у контролі ризику, що відображено у їхніх показниках максимального просідання, вони не змогли забезпечити високу дохідність. Цей компроміс між ризиком та винагородою підкреслює ефективність методу як збалансованого підходу.

Основний недолік сучасних методів глибокого навчання для торгівлі полягає у їхніх щільних, складних архітектурах, які часто роблять рішення торгових агентів незрозумілими. Ця проблема інтерпретованості ШІ є критичною для торгових агентів, які працюють на реальних фінансових ринках, де неправильні рішення можуть спричинити серйозні втрати. На противагу цьому, мультиагентна архітектура на основі LLM пропонує трансформаційну перевагу – її рішення комунікуються природною мовою, що підвищує інтерпретованість.

Результати показують, що інтеграція кількох спеціалізованих LLM-агентів та заохочення агентних дебатів значно підвищує торгову продуктивність. Метод з такою архітектурою ефективно аналізує різноманітні джерела даних та генерує експертні аналізи, дозволяючи трейдер-агентам приймати обґрунтовані рішення, адаптовані до конкретних профілів ризику. Включення рефлексивного агента та спеціалізованої команди управління ризиками є ключовим у вдосконаленні стратегій та зменшенні ризиків. В результаті, метод досягає виняткового захоплення дохідності, підтримуючи при цьому високі показники управління ризиками, встановлюючи оптимальний баланс між максимізацією винагород та мінімізацією ризиків. Крім того, операції багатоагентного LLM-фреймворку, засновані на природній мові,

забезпечують високу інтерпретованість, надаючи очевидну перевагу над традиційними підходами та методами глибокого навчання.

#### **Висновки до розділу 4**

Отже, було реалізовано прикладне застосування методу агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют з використанням великих мовних моделей у вигляді веб-застосунку. Використовуючи розроблений прототип, користувачі мають змогу налаштовувати параметри аналізу, спостерігати за процесом міркувань агентів у реальному часі та отримувати фінальні звіти з інвестиційними рекомендаціями. Результати роботи методу представляються у вигляді структурованого звіту, що містить оцінку ризиків, план виконання торгових операцій та кількісний показник рівня впевненості системи.

У програмному застосунку реалізовано складний процес мультиагентної взаємодії, де ролі розподілено між спеціалізованими. Для цього реалізовано механізм автоматизованих дебатів, який дозволяє агентам аналізувати вхідні дані та формувати збалансоване рішення. Система здатна адаптуватися до контексту, використовуючи історичний досвід з векторної пам'яті, та фільтрувати помилкові сигнали через перехресну перевірку аргументів.

Також, було проведено комплексне функціональне тестування, яке підтвердило коректність роботи логічного ядра в різних режимах: технічному, сентиментальному та комбінованому. Крім цього, використовуючи реалізований програмний засіб, було проведено історичне моделювання на реальних ринкових даних за період з 01.06.2025 по 01.09.2025.

За результатами дослідження встановлено, що запропонований метод суттєво перевершує еталонні стратегії. Кумулятивна дохідність для BTC склала 26,62% проти -5,23% у стратегії V&N, при цьому максимальне просідання склало лише 0,91%, а коефіцієнт Шарпа досяг значення 8,21. Отже, спроектований метод здатен ефективно генерувати прибуток та управляти ризиками в умовах реального ринку.

## Загальні висновки

Кваліфікаційна робота магістра вирішує науково-технічну задачу автоматизації аналізу ринку криптовалют та прийняття торгових рішень за допомогою методу агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют з використанням великих мовних моделей. Результатом роботи є спроектований метод агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют з використанням великих мовних моделей, що дозволяє за вхідними ринковими даними та інформаційними сигналами отримувати обґрунтовані торгові рішення у вигляді рекомендацій щодо відкриття, утримання або закриття позицій на основі агентно-орієнтованого аналізу, де спеціалізовані AI-агенти на базі великих мовних моделей виконують різні ролі для оцінки, валідації, проведення дебатів і колективного прийняття рішень з подальшим детальним текстовим поясненням логіки ухваленого рішення.

Для дослідження ефективності роботи даного методу та його прикладного використання було проведено бектестування на основі історичного моделювання за період з 1 червня 2025 року по 1 вересня 2025 року. Цей часовий проміжок характеризувався складною ринковою кон'юнктурою, що включала як фази зростання, так і глибокі корекції, що робить його репрезентативним для оцінки ефективності методу. Тестування охоплювало три ліквідні криптоактиви: Bitcoin, Ethereum та Solana. Порівняння проводилося з п'ятьма бенчмарками: B&H, MACD, SMA, KDJ&RSI, ZMR. Отримані результати свідчать про беззаперечну перевагу спроектованого методу над еталонними стратегіями за всіма ключовими показниками ефективності.

Встановлено, що інтеграція великих мовних моделей у багатоагентну архітектуру зі структурованими дебатами дозволяє якісно підвищити ефективність трейдингу. Експериментально доведено, що розроблена система перевершує стратегію Buy & Hold за прибутковістю більш ніж у 5 разів на прикладі BTC та забезпечує в десятки разів менше просідання капіталу. Отриманий коефіцієнт Шарпа свідчить про виняткову ефективність методу з точки зору співвідношення ризику та винагороди.

Отже, результати дослідження підтверджують гіпотезу, що інтеграція великих мовних моделей у мультиагентну систему зі структурованими дебатами дозволяє суттєво підвищити якість аналізу ринку криптовалют та прийняття торгових рішень, забезпечуючи стабільний приріст капіталу при контрольованому рівні ризику. Отримані результати підтверджують гіпотезу про те, що майбутнє алгоритмічної торгівлі лежить у площині створення автономних інтелектуальних агентів, здатних до логічного мислення та адаптації, а не простого слідування математичним індикаторам. Спроектований метод є готовим до практичного застосування та має значний потенціал для подальшого розвитку.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в розробці методу агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют з використанням великих мовних моделей, що дозволяє здійснювати колективне прийняття торгових рішень на основі багатовимірного аналізу ринкової інформації через систему спеціалізованих AI-агентів, які інтегрують класичні підходи трейдингу з інноваційними підходами sentiment-based аналізу та забезпечують детальне текстове пояснення логіки прийнятих рішень.

За темою кваліфікаційної роботи автором виконана наукова публікація на науково-практичній конференції – XVII Всеукраїнська науково-практична конференція “Актуальні проблеми комп’ютерних наук АПКН-2024”, м. Хмельницький, ХНУ, 14–15 листопада 2025 р.

## Перелік посилань

1. Ціцьвіра І. О., Радюк П. М., Скрипник Т. К. Метод агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют з використанням великих мовних моделей. *Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2025* : матеріали XVII Всеукр. науково-практ. конф., м. Хмельницький, 14–15 листоп. 2025 р. Хмельницький, 2025. С. 421–424. URL: <https://elar.khmnu.edu.ua/handle/123456789/19864>
2. A comparative study: Blockchain technology utilization in various sectors / Ali O., Jaradat A., Kulakli A., Abuhlimeh A. *IEEE Access*. 2021. Vol. 9. P. 9454–9474. DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3049301.
3. The impact of macroeconomic news on cryptocurrency returns, volatility and hedging operations / Corbet S. et al. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*. 2020. Vol. 68. Art. 101229.
4. The energy consumption of blockchain technology: Beyond myth / Sedlmeir J., Buhl H. U., Fridgen G., Keller R. *Business & Information Systems Engineering*. 2020. Vol. 62, no. 6. P. 599–608.
5. Hassan M. U., Rehmani M. H., Chen J. Privacy preservation in blockchain based IoT systems: Integration issues, prospects, challenges, and future research directions // *Future Generation Computer Systems*. 2019. Vol. 97. P. 512–529.
6. Hansen J. D. Decentralized exchanges: The future of cryptocurrency trading? // *Stanford Journal of Blockchain Law & Policy*. 2021. Vol. 4, no. 2. P. 120–145.
7. Jensen J. R., von Wachter V., Ross O. An introduction to decentralized finance (DeFi) // *Complex Systems Informatics and Modeling Quarterly*. 2021. No. 26. P. 46–54. DOI: 10.7250/csimq.2021-26.03.
8. Centralized vs. decentralized exchanges: Security and performance analysis / Xia P., Wang H., Zhang Z., Liu X. *ACM Transactions on Internet Technology*. 2021. Vol. 21, no. 4. Art. 89.
9. Lehar A., Parlour C. A. Decentralized exchanges // *Review of Finance*. 2021. Vol. 25, no. 5. P. 1385–1388. DOI: 10.1093/rof/rfab014.

10. Makarov I., Schoar A. Trading and arbitrage in cryptocurrency markets // *Journal of Financial Economics*. 2020. Vol. 135, no. 2. P. 293–319.
11. Aoyagi J. Liquidity provision in decentralized exchanges // *SSRN Electronic Journal*. 2020. DOI: 10.2139/ssrn.3636551 (date of access: 10.12.2025).
12. BitMEX Bitcoin derivatives: Price discovery, informational efficiency and hedging effectiveness / Alexander C., Choi J., Massie H., Dakos K. *Journal of Futures Markets*. 2020. Vol. 40, no. 1. P. 23–43.
13. Cryptocurrency trading: a comprehensive survey / Fang F., Ventre C., Basios M., Kanthan L. *Financial Innovation*. 2022. Vol. 8. Art. 13.
14. Bitcoin market quality analysis / Brauneis A., Mestel R., Riordan R., Theissen E. *Review of Financial Economics*. 2021. Vol. 39, no. 1. P. 3–20.
15. SoK: Decentralized exchanges (DEX) with automated market maker (AMM) protocols / Xu J., Paruch K., Cousaert S., Feng Y. *ACM Computing Surveys*. 2023. Vol. 55, no. 11. Art. 238. DOI: 10.1145/3570639.
16. Developing cost-effective blockchain-powered applications: A case study of the gas usage of smart contract transactions in the Ethereum blockchain / Zarir A. A., Oliva G. A., Jiang Z. M., Hassan A. E. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology*. 2021. Vol. 30, no. 3. Art. 28.
17. Cong L. W., Li Y., Wang N. Tokenomics: Dynamic adoption and valuation // *The Review of Financial Studies*. 2021. Vol. 34, no. 3. P. 1105–1155.
18. Barbon A., Ranaldo A. On the quality of cryptocurrency markets: Centralized versus decentralized exchanges // *Journal of Finance*. 2022. Working Paper. DOI: 10.2139/ssrn.3986064.
19. Kakinaka S., Umeno K. Cryptocurrency market microstructure: High-frequency data analysis of Bitcoin and Ethereum // *Finance Research Letters*. 2021. Vol. 42. Art. 101897.
20. The profitability of technical trading rules in the Bitcoin market / Gerritsen D. F., Bouri E., Ramezanifar E., Roubaud D. *Finance Research Letters*. 2020. Vol. 34. Art. 101263.

21. Meynkhard A. Fair market value of bitcoin: halving effect // *Investment Management and Financial Innovations*. 2019. Vol. 16, no. 4. P. 72–85. DOI: 10.21511/imfi.16(4).2019.07.
22. Liu Y., Tsyvinski A. Risks and returns of cryptocurrency // *The Review of Financial Studies*. 2021. Vol. 34, no. 6. P. 2689–2727.
23. Ante L. How do on-chain metrics relate to the prices of cryptocurrencies? // *Research in International Business and Finance*. 2023. Vol. 64. Art. 101877.
24. Hoang L., Baur D. G. Leverage and volatility in the Bitcoin market // *Finance Research Letters*. 2021. Vol. 43. Art. 101963.
25. Grobys K., Junttila J. Functionality of technical analysis in cryptocurrency markets // *Research in International Business and Finance*. 2021. Vol. 58. Art. 101503.
26. Pelster M., Hofmann A. About the fear of missing out: Addictive behavior and trading performance // *Journal of Financial Markets*. 2019. Vol. 44. Art. 100470.
27. Sezer O. B., Gudelek M. U., Ozbayoglu A. M. Financial time series forecasting with deep learning: A systematic literature review // *Applied Soft Computing*. 2020. Vol. 90. Art. 106181.
28. Co-explosivity in the cryptocurrency market / Bouri E. et al. *Finance Research Letters*. 2019. Vol. 29. P. 178–183.
29. Feinstein B. D., Werbach K. The impact of cryptocurrency regulation on trading markets // *Journal of Financial Regulation*. 2021. Vol. 7, no. 1. P. 48–99.
30. Sayeed S., Marco-Gisbert H., Caira T. Smart contract vulnerabilities: A systematic review // *IEEE Access*. 2020. Vol. 8. P. 24332–24364. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.2970427.
31. Dhawan A., Putniņš T. J. A new wolf in town? Pump-and-dump manipulation in cryptocurrency markets // *Review of Finance*. 2023. Vol. 27, no. 3. P. 933–961.
32. Vidal-Tomás D. Transitions in the cryptocurrency market: Herding behavior and the role of the COVID-19 pandemic // *Research in International Business and Finance*. 2022. Vol. 61. Art. 101659.
33. Hudson R., Urquhart A. Technical analysis in cryptocurrency markets // *Finance Research Letters*. 2021. Vol. 38. Art. 101534.

34. Fischer T., Krauss C., Deigner A. Deep learning with long short-term memory networks for financial market predictions // *European Journal of Operational Research*. 2018. Vol. 270, no. 2. P. 654–669.
35. Farmer J. D., Foley D. The economy needs agent-based modelling // *Nature*. 2009. Vol. 460, no. 7256. P. 685–686.
36. A multi-agent simulation of the cryptocurrency market / Carta S. et al. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. 2021. Vol. 103. Art. 104303.
37. Lopez-Lira A., Tang Y. Can ChatGPT forecast stock price movements? Return predictability and large language models // *SSRN Electronic Journal*. 2023. DOI: 10.2139/ssrn.4412788 (date of access: 10.12.2025).
38. Generative agents: Interactive simulacra of human behavior / Park J. S. et al. *Proceedings of the 36th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*. San Francisco, 2023. P. 1–22.
39. Chain-of-thought prompting elicits reasoning in large language models / Wei J. et al. *Advances in Neural Information Processing Systems*. 2022. Vol. 35. P. 24824–24837.
40. Yang H., Liu X. Y., Wang C. D. FinGPT: Open-source financial large language models // *FinLLM '23: Proceedings of the IJCAI 2023 Symposium on Financial Large Language Models*. 2023. URL: <https://arxiv.org/abs/2306.06031> (date of access: 10.12.2025).
41. FinAgent: A multimodal foundation agent for financial trading: Tool-augmented, diversified, and generalist / Yu Y., Zhuang Y., Zhang J., Zhu Y. *arXiv preprint arXiv:2402.18485*. 2024. URL: <https://arxiv.org/abs/2402.18485> (date of access: 10.12.2025).
42. Survey of hallucination in natural language generation / Ji Z. et al. *ACM Computing Surveys*. 2023. Vol. 55, no. 12. Art. 248.
43. Chen L., Zaharia M., Zou J. FrugalGPT: How to use large language models while reducing cost and improving performance // *arXiv preprint arXiv:2305.05176*. 2023. URL: <https://arxiv.org/abs/2305.05176> (date of access: 10.12.2025).

44. MetaGPT: Meta programming for a multi-agent collaborative framework / Hong S., Zhang X., Ye R., Xi Z. International Conference on Learning Representations (ICLR). 2024. URL: <https://openreview.net/forum?id=VtmBAGCN7o> (date of access: 10.12.2025).
45. Lost in the middle: How language models use long contexts / Liu N. F., Lin K., Hewitt J., Paranjape A. Transactions of the Association for Computational Linguistics. 2024. Vol. 12. P. 157–173.
46. ReAct: Synergizing reasoning and acting in language models / Yao S. et al. International Conference on Learning Representations (ICLR). 2023. URL: [https://openreview.net/forum?id=WE\\_vluYUL-X](https://openreview.net/forum?id=WE_vluYUL-X) (date of access: 10.12.2025).
47. Improving factuality and reasoning in language models through multiagent debate / Du Y. et al. arXiv preprint arXiv:2305.14325. 2023. URL: <https://arxiv.org/abs/2305.14325> (date of access: 10.12.2025).
48. CAMEL: Communicative agents for "mind" exploration of large scale language model society / Li G. et al. Advances in Neural Information Processing Systems. 2023. Vol. 36. P. 51991–52008.
49. Wall Street Neophyte: A multi-agent modular authority framework for large language model-based quantitative trading / Xie Y., Zhang J., Wang Z., Liu X. arXiv preprint arXiv:2404.18083. 2024. URL: <https://arxiv.org/abs/2404.18083> (date of access: 10.12.2025).
50. Revolutionizing finance with LLMs: An overview of applications and insights / Zhao H. et al. arXiv preprint arXiv:2401.11360. 2024. URL: <https://arxiv.org/abs/2401.11360> (date of access: 10.12.2025).
51. AutoGen: Enabling next-gen LLM applications / Wu Q., Bansal G., Zhang J., Wu Y. arXiv preprint arXiv:2308.08155. 2023. URL: <https://arxiv.org/abs/2308.08155> (date of access: 10.12.2025).
52. Wang L., Xu C., Zhang X. Plan-and-Solve prompting: Improving zero-shot chain-of-thought reasoning by large language models // Proceedings of the 61st Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics. 2023. P. 2609–2634.
53. Multimodal deep learning for cryptocurrency price prediction / Shao Z. et al. Applied Intelligence. 2023. Vol. 53. P. 1–15.

54. A systematic review on cryptocurrency price prediction using deep learning and sentiment analysis / Babeer H., Shen J., Almodovar C., Zhang Y. *IEEE Access*. 2023. Vol. 11. P. 45678–45698.

55. Impact of sentiment analysis on stock market prediction: A review of machine learning techniques / Umer M., Sadiq S., Nappi M., Sana M. U. *Artificial Intelligence Review*. 2023. Vol. 56. P. 10451–10490.

56. Zhang Z., Zohren S., Roberts S. Deep reinforcement learning for trading // *The Journal of Financial Data Science*. 2020. Vol. 2, no. 2. P. 25–40.

57. Mehta P., Shah T. Python finance: A comprehensive guide to libraries and tools for financial analysis // *Journal of Financial Technology and Analytics*. 2022. Vol. 1, no. 2. P. 45–58.

58. Wistuba M. Comparison of Python web frameworks for microservices: FastAPI vs. Flask // *Proceedings of the 2023 IEEE International Conference on Web Services (ICWS)*. 2023. P. 302–309.

59. Gatziolis K., Floros G. Efficient data management in real-time distributed systems using Redis // *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*. 2022. Vol. 13, no. 5. P. 112–120.

60. From chains to graphs: Orchestrating complex LLM workflows with cyclic state management / Zhang Y., Li X., Wang S. *arXiv preprint arXiv:2401.12873*. 2024. URL: <https://arxiv.org/abs/2401.12873> (date of access: 10.12.2025).

61. Pan Y., Wang C. Vector database management systems: A survey // *Proceedings of the VLDB Endowment*. 2023. Vol. 16, no. 12. P. 3854–3867.

# ДОДАТКИ

## Додаток А

### Розгорнута структура відповідей агентів

#### Step 5: Market Analyst

Time: 06:59:03

Based on the provided technical indicator values and price information for Bitcoin (BTC), here is a comprehensive analysis:

#### Current Situation

- Price Information:** The latest price of BTC is **92,272.22**, reflecting a **-1.21%** decrease. The current price slightly differs as per the real-time market data, shown at **92,252.00**.
- Moving Averages:**
  - SMA20: 92,352.25** indicates that the price is currently below this average, suggesting potential bearish conditions.
  - EMA12: 92,281.20** being lower than the SMA20 reflects short-term weakness, as prices are below this level.
  - EMA26: 92,475.08** further suggests that trend momentum is weak as the current price is also below this moving average.
- MACD Analysis:**
  - MACD value of **-193.87** indicates a negative momentum.
  - The MACD signal line at **-194.50** supports the bearish view.
  - The histogram value of **0.63** shows that the bearish momentum is waning slightly but remains negative.
- Momentum Indicators:**
  - RSI(14):** At **48.7**, the RSI is in a neutral area (between 30-70), indicating that BTC is not currently overbought or oversold, but leaning towards the bearish bias, given the price decline.
- Volatility Indicators:**
  - The Bollinger Bands show prices within the range: Upper Band at **92,910.58**, Middle Band at **92,352.25**, and Lower Band at **91,793.92**. Being close to the lower band implies possible oversold conditions soon, yet further drops are plausible.
- Volume Analysis:**
  - Total volume at **3715994632408.39** with latest 24H volume of **44802450736.32** reflects sluggish trading conditions, potentially indicating lack of commitment in the current trend.

#### Investment Advice

Considering the above analyses, the indicators collectively point towards a **bearish sentiment** in the market. Although the RSI indicates that the asset isn't dramatically oversold, the overall technicals suggest a lack of bullish momentum with price action below key moving averages and negative MACD readings.

#### Advice: Sell or Hold.

- Sell** if you are in a profitable position to lock in gains or minimize losses.
- Hold** if you prefer to avoid taking action immediately, as it might be an opportunity to reassess once prices stabilize or show signs of recovery.

Monitor upcoming market movements closely, and consider the broader economic context as it might influence future price movements.

---

## Step 7: Social Media Analyst -

Time: 06:59:18

### Community Sentiment Analysis Report on Bitcoin (BTC)

#### Overview

In recent weeks, Bitcoin has experienced a mix of market sentiments characterized by fear, uncertainty, and some optimism. The current social media sentiment analysis highlights the overall mood of the cryptocurrency community, particularly on platforms like Reddit and through news articles.

#### Community Sentiment Analysis

- **Community Discussion Heat and Trends:** Recent discussions in the cryptocurrency community reveal a sentiment score of **0.5** on Reddit, indicating a slightly positive tilt with both bullish and neutral posts, though bearish sentiment appears in some discussions. The presence of articles discussing Bitcoin's support levels and market behavior also reflects an active engagement with the price movements of BTC.
- **Influential User Opinions and Activity Levels:** Notable posts and discussions have emerged, with articles referencing support levels of **\$91k** and negative outlooks from analysts suggesting that Bitcoin will not replicate previous surges. Discussion activity on platforms like Reddit includes posts with considerable engagement—such as insight on Bitcoin's market resilience and perspectives from financial analysts and leaders in the crypto sector.

#### Sentiment Indicators

- **Positive/Negative/Neutral Sentiment Ratios:**
  - **Bullish Sentiment:** 3 instances out of 10 total analyzed posts (30%)
  - **Bearish Sentiment:** 4 instances (40%)
  - **Neutral Sentiment:** 3 instances (30%)
- **Sentiment Intensity Change Trends:** The overall sentiment indicates a slight decline, with a **reddit sentiment score of -0.2** in addition to the existing analysis. This suggests that negative sentiments may have heightened relative to positivity in the discussions surrounding Bitcoin.
- **Key Opinion Leaders (KOL) Attitudes:** Influential commentators seem split on Bitcoin's near-term potential, with some expressing cautious optimism about a potential rebound while others remain skeptical about Bitcoin achieving new highs. The differing views reflect the volatility and uncertainties present in the market.

#### Hot Topic Identification

1. **Technical Update Discussions:** The focus on Bitcoin's support levels (such as the crucial **\$91k** mark) shows community concern regarding price consolidation, indicating that many traders are monitoring price movements closely.
2. **Regulatory Policy Impacts:** Comments by prominent financial institutions, like JPMorgan, highlight sentiments surrounding Bitcoin's price forecasting while elevating concerns about the broader economic impacts of monetary policy.
3. **Market Manipulation Concerns:** There are references to possible manipulations in price patterns, with discussions suggesting that certain market players may be influencing Bitcoin's perceived value amidst broader market turbulence.
4. **FOMO and Other Sentiment-Driven Phenomena:** The discussions reveal indications of FOMO, especially with some community members speculating about Bitcoin's reach towards previous highs or narratives around unverified bullish market sentiments driven by speculation could lead to fluctuating investor behaviors.

#### Summary Table of Key Sentiment Indicators

Indicator	Value
Community Sentiment Score	0.5
Total Posts Analyzed	10
Bullish Posts	3 (30%)
Bearish Posts	4 (40%)
Neutral Posts	3 (30%)
Reddit Sentiment Score	-0.2
Current Fear & Greed Index	28 (Fear)

#### Conclusion

The current sentiment surrounding Bitcoin reflects a cautious yet engaged cryptocurrency community. While bullish sentiments continue to linger, especially in regards to speculative forecasting, there is a noticeable undercurrent of fear and skepticism stemming from recent market movements and expert analysis. This blend of sentiments could lead to significant volatility in the short term, potentially affecting Bitcoin's price trajectory as traders respond to both community discussions and market news.

To navigate these uncertainties, it is crucial for investors to remain informed about the underlying sentiments and trends within the cryptocurrency market.

## Step 10: News Analyst

Time: 06:59:38

## Summary

This report analyzes recent news concerning Bitcoin (BTC) from December 4 to December 5, 2025, and assesses its potential impacts on the cryptocurrency market. The analysis categorizes news events into technology and development, business and partnerships, regulatory and policy changes, and market macro impacts.

## Key News Events

## 1. Market Support and Price Predictions

- Bitcoin's support level at \$91,000 has gained attention, especially as related altcoins like Solana and XRP extend their losses. This indicates that traders and investors are closely monitoring Bitcoin's price floor, which could signal a buying opportunity once reached, particularly if other altcoins suffer.

## 2. 21Shares Founder Outlook

- The 21Shares co-founder, Ophelia Snyder, indicated that a January surge to new highs for Bitcoin is unlikely. This could dampen investor enthusiasm short-term but may prompt accumulation strategies by long-term investors at lower prices.

## 3. JP Morgan Analysis

- JP Morgan's recent analysis suggests that a key factor for Bitcoin reaching \$170,000 is linked to the strategy of MicroStrategy's financial holdings. Their capacity not to liquidate Bitcoin reserves remains crucial. Concerns over potential selling pressure from this major investor could lead to short-term uncertainty.

## 4. Market Sentiment Indicators

- Reports of Bitcoin trading below \$95,000 into year-end with possible increased performance from altcoins highlight the market's rotation dynamics. Analyst sentiments suggest that Bitcoin may experience consolidation, which could present an entry point for investors.

## 5. Catalysts for Price Movements

- Anticipation around the MSCI decision in January could act as a pivotal moment for Bitcoin's performance. If favorable, it could restore positive sentiment swiftly; if unfavorable, selling pressure may increase.

## Evaluation of Impacts

## Time Sensitivity

- The news around MicroStrategy's holdings and the MSCI decision is particularly time-sensitive as both events will significantly influence market sentiment and behavior in the coming weeks.

## Impact Scope

- The overall impact on Bitcoin appears mixed. While some analysts maintain a bearish short-term outlook, broader market dynamics and institutional trends could support bullish momentum moving towards January 2026, especially if Bitcoin holds above key support levels.

## Duration of Events

- The ramifications of regulatory decisions (specifically concerning MSCI) and institutional strategies could lead to prolonged effects on market behavior, especially if significant allocations occur before major announcements.

## Investment Strategy Recommendations

- Short-Term Trading:** Focus on trading Bitcoin within the \$91K-\$95K support range, taking advantage of market volatility. Keep an eye on altcoins which may outperform BTC in the near term.
- Long-Term Accumulation:** Consider accumulating Bitcoin on dips, particularly if it approaches the \$91K mark. The potential for rebound based on institutional strategies and macroeconomic environments remains strong.
- Monitor MSCI Decision:** Prepare to react based on the outcomes of the MSCI decision due in January, as it could unlock fresh capital or trigger adverse market reactions.

## Key News Summary Table

Date	Headline	Source	Expected Impact
2025-12-05	Solana, XRP, ETH Extend Losses as Bitcoin's \$91K Support Back in Focus	CoinDesk	Increased buying interest on approach to \$91K support.
2025-12-05	Bitcoin unlikely to replicate January's surge to new high: 21Shares founder	Cointelegraph	Potential dampening of short-term enthusiasm.
2025-12-05	XRP at Risk of \$2.05 Retest, Analysts Warn, as Bitcoin Gives Back Weekly Gains	CoinDesk	Volatility in BTC could trigger significant movement.
2025-12-05	Strategy won't be forced to sell Bitcoin if stock drops, Bitwise CIO says	Cointelegraph	Stability or surge if liquidity conditions support Bitcoin.
2025-12-04	JP Morgan says Strategy risk, not gold, is key to bitcoin's \$170k. Read between the lines.	Forexlive	Depends on MicroStrategy's holdings strategy.
2025-12-04	Ether outpaces Bitcoin's trend change: Is ETH on track for a 20% rally?	Cointelegraph	BTC could face long-term challenges from ETH performance.
2025-12-04	Bitcoin Could Continue Chopping Below \$95K Into Year-End and Altcoins Could Benefit	CoinDesk	Short-term consolidation expected.
2025-12-04	Bitcoin price action, investor sentiment point to bullish December	Cointelegraph	Potential for upward trend early December if supported.

In conclusion, while Bitcoin faces a complex landscape of short-term uncertainties, strategic investments focusing on market dynamics and institutional behavior could provide substantial returns in the long run.

## Step 13: Bull Researcher - Investment Debate

Time: 06:59:45

### Bullish Analysis of Bitcoin (B)

#### Growth Potential

The growth potential for Bitcoin remains robust, as evidenced by several key indicators. Firstly, the increasing adoption rate among both retail and institutional investors has been a significant driver of demand. A report from recent months indicated a marked increase in institutional interest, with firms like MicroStrategy and Tesla holding substantial Bitcoin reserves, underscoring confidence in Bitcoin as a long-term asset.

Additionally, the growth of decentralized finance (DeFi) applications built on the Ethereum network and other platforms continues to drive conversations around Bitcoin as a premier digital asset. As more users engage with financial products on these platforms, interest in Bitcoin is likely to increase as its position as the pioneering cryptocurrency becomes more pronounced.

#### Competitive Advantages

Bitcoin's competitive advantages are foundational to its bullish prospects. Its first-mover advantage establishes a significant network effect, making it the most recognized and trusted cryptocurrency in the market. This brand recognition draws in new investors and retains existing ones, as security and decentralization are paramount in the cryptocurrency space.

Moreover, the security protocols surrounding Bitcoin, including its consensus mechanism (Proof of Work), provide unmatched resilience against attacks, ensuring network integrity. This is complemented by its finite supply of 21 million coins, creating scarcity that historically has correlated with price appreciation.

#### Positive Indicators

Numerous on-chain data indicators support a bullish outlook for Bitcoin. For instance, the rising hash rate points to increased mining activity, which is typically a sign of miner confidence in Bitcoin's future profitability. This infrastructure investment is crucial for maintaining network security and stability.

Furthermore, the increase in DeFi total value locked (TVL) continues to reflect a strong interest in crypto applications, creating additional demand for assets like Bitcoin. Active wallet addresses and trading volume are also vital metrics—an increase in these numbers suggests heightened user engagement and potential future price increases.

Despite the recent slight dip in price to around 92,272.22, technical indicators such as the current RSI (48.7) indicate that Bitcoin is neither overbought nor oversold. This stability can be interpreted as an opportunity rather than a downward trajectory, implying a potential reversal to bullish momentum as market conditions stabilize.

#### Conclusion

In conclusion, while Bitcoin faces short-term fluctuations and speculative sentiments, its long-term growth potential remains compelling. The increasing institutional adoption, robust security features, competitive advantages, and positive market indicators make a strong case for a bullish outlook. Investors should consider these factors as they navigate the cryptocurrency landscape, understanding that Bitcoin's fundamental position is favorable for future appreciation. Through strategic accumulation and informed decision-making, investors can capitalize on Bitcoin's potential while managing market volatility.

---

## Step 14: Bear Researcher - Investment Debate

Time: 07:00:01

### Bearish Analysis of Bitcoin (B)

#### Current Market Risks and Challenges

1. **Regulatory Risks:** The regulatory landscape surrounding cryptocurrencies remains uncertain. Increased scrutiny from governments and regulatory bodies worldwide poses a significant risk to Bitcoin's market value. For instance, if major countries decide to impose stricter regulations on digital assets, it could lead to a decrease in institutional adoption and a potential sell-off.
2. **Technical Vulnerabilities:** Bitcoin's reliance on outdated technology raises concerns, particularly as newer blockchains emerge with improved scalability and efficiency. If Bitcoin fails to innovate or address its technical limitations, it risks becoming less competitive compared to newer platforms that offer faster transactions and lower fees.
3. **Market Manipulation:** There are growing concerns regarding market manipulation by whales—large Bitcoin holders who may influence prices for their gain. Such actions can lead to erratic price movements, eroding trust and stability in the overall market.
4. **Bubble Risk:** Bitcoin has been characterized by extreme volatility, often resembling characteristics of a speculative bubble. If market sentiment shifts dramatically, we could see a significant correction that would be detrimental to investors who have bought at inflated prices.
5. **Extreme Volatility:** Historical data shows that Bitcoin is susceptible to rapid price swings. Such volatility can trigger panic selling among retail investors, further exacerbating downward price movements and leading to a potential loss of confidence in the asset.

#### Competitive Weaknesses

1. **Scalability Issues:** Bitcoin faces ongoing challenges with scaling its network efficiently. Transaction fees can surge during peak times, leading to user dissatisfaction. Competitors like Ethereum and newer blockchain projects are increasingly adept at handling higher transaction volumes without significant cost increases.
2. **Energy Consumption:** Bitcoin's proof-of-work mining mechanism requires immense energy consumption, which has led to environmental concerns. As global sentiment turns towards sustainability, Bitcoin's high carbon footprint could discourage investors and drive regulatory measures against it.
3. **Emerging Competition:** Newer blockchains are gaining traction, offering enhanced features that Bitcoin lacks. These technologies can process transactions faster and at lower costs, which may pull users and investment away from Bitcoin over time.
4. **Technological Lag:** Bitcoin's foundational technology has not kept pace with innovations in the crypto space, such as smart contracts and interoperability with other chains. This lag can diminish its appeal as a versatile platform, potentially limiting its market share.

#### Negative Indicators

1. **On-Chain Data Decline:** Indicators of declining network activity, such as falling transaction volumes and decreased active addresses, suggest waning interest in Bitcoin. If users are moving away from engaging with the network, it could lead to short-term liquidity issues and negatively impact market sentiment.
2. **Whale Sell-Offs:** Data indicates that key holders of Bitcoin (whales) have begun to liquidate their positions. These sell-offs often signal a lack of confidence in the asset's immediate future, which can trigger fear and prompt further selling among smaller investors.
3. **Mining Difficulty Changes:** Recent fluctuations in mining difficulty indicate shifts in miner sentiment towards profitability. In periods of high selling pressure and difficulty spikes, miners may capitulate, leading to more downward pressure on price.
4. **DeFi Lock-Up Decline:** A drop in the total value locked (TVL) in DeFi protocols could indicate diminished interest in using Bitcoin as collateral or liquidity. This reduction suggests a bearish trend, as it demonstrates lesser engagement in Bitcoin-backed financial products.

#### Conclusion

In conclusion, while Bitcoin has historically been seen as a store of value, numerous risk factors and challenges currently weigh heavily on its performance. Regulatory scrutiny, technical vulnerabilities, market manipulation, and volatility create a precarious environment for investors. Coupled with competitive weaknesses and negative indicators derived from on-chain data and whale activity, the outlook for Bitcoin remains bearish. Investors should approach positions with caution, considering potential exits or hedges against further downturns as market dynamics shift.

## 📄 Step 15: Research Manager - Investment Debate

Time: 07:00:13

Alright, let's break down the debate between the bullish and bearish analysts on Bitcoin.

### Bullish Analysis Key Points:

1. **Growth Potential:** The bullish analyst highlights the strong growth potential of Bitcoin, driven largely by its increasing adoption among retail and institutional investors. Companies like MicroStrategy and Tesla are noted for holding significant Bitcoin reserves, suggesting confidence in Bitcoin as a sustainable asset.
2. **Competitive Advantages:** Bitcoin's first-mover status gives it a solid brand recognition and network effect. The finite supply of 21 million coins creates scarcity, traditionally aiding in price appreciation.
3. **Positive Market Indicators:** Indicators such as rising mining activity (hash rate) and active on-chain metrics support a bullish stance. The analyst mentions that Bitcoin's stability in technical indicators (such as RSI) suggests potential for price appreciation.

### Bearish Analysis Key Points:

1. **Regulatory Risks and Technical Concerns:** The bearish analyst highlights looming regulatory challenges, outdated Bitcoin technology compared to newer blockchains, and potential impacts of market manipulation by large holders.
2. **Volatility and Bubble Concerns:** The analyst views Bitcoin's volatility as a risk, potentially deterring investors and signaling bubble-like tendencies, which could lead to sharp corrections.
3. **Negative Indicators:** Decreasing network activity, whale sell-offs, and shifts in mining difficulty suggest reduced market confidence. Competition from newer technologies also poses challenges to Bitcoin's dominance.

### My Recommendation: Sell

Based on the arguments presented, I am inclined to side with the bearish analyst and recommend selling. Here's why:

- **Regulatory and Technological Risks:** The potential for significant regulatory changes and Bitcoin's technological lag pose considerable risks. The bearish analyst convincingly argues these points, which could result in market instability and decreased investor confidence.
- **Volatility and Market Manipulation:** The historical volatility and susceptibility to market manipulation present significant risks, especially for retail investors.
- **Negative On-Chain Indicators:** The decline in network activity and whale sell-offs indicate a lack of confidence in the short-term future, which supports a bearish outlook.

### Strategic Action Plan:

1. **Exit Positions:** Advise clients to take profits on their Bitcoin holdings or close positions to protect against potential downturns. This step is crucial given the current environment of regulatory uncertainty and the competitive landscape.
2. **Monitor Regulatory Developments:** Keep a close watch on news relating to cryptocurrency regulations globally. Unexpected announcements can drastically impact market sentiment.
3. **Diversification into Altcoins or Other Assets:** Suggest exploring altcoins with innovative technology or moving into other asset classes to hedge against Bitcoin's risks.
4. **Stay Informed on Blockchain Innovation:** Actively research newer blockchain technologies that may offer better scalability and efficiency, as these innovations might provide alternative investment opportunities.

Reflecting on past decisions, it's crucial not to default to holding when risks outweigh potential rewards. Although Bitcoin has historically rebounded from dips, the current environment presents significant uncertainties that necessitate a decisive, informed approach.

---

## 📌 Step 17: Trader - Trading Strategy

Time: 07:00:17

Based on the comprehensive analysis of Bitcoin's market landscape and the contrasting views of bullish and bearish analysts, the situation becomes clear. The bullish perspective emphasizes Bitcoin's growth potential, competitive advantages, and positive market indicators. However, the bearish side presents compelling arguments regarding regulatory risks, technological lag, volatility, and negative on-chain indicators that outweigh potential benefits.

### Recommendation: Sell

The combination of potential regulatory changes, Bitcoin's outdated technology relative to newer blockchains, and the concerning indicators of decreased network activity and whale sell-offs creates an environment of significant risk. The historical volatility further complicates the outlook for retail investors, suggesting that profitability is not guaranteed amidst uncertainty.

### Strategic Action Plan:

1. **Exit Positions:** Clients should take profits on their Bitcoin holdings or close positions to safeguard against looming market instability.
2. **Monitor Regulatory Developments:** Keep vigilant regarding changes in cryptocurrency regulations that could prompt sudden market shifts.
3. **Diversification into Altcoins or Other Assets:** Advise exploring alternative investments, particularly altcoins with innovative features or sectors less exposed to Bitcoin's volatility.
4. **Stay Informed on Blockchain Innovation:** Continuous research into emerging blockchain technologies can uncover promising investment opportunities, ensuring adaptation to the evolving market.

Reflecting on past experiences teaches us the importance of decisive action in high-risk environments. Maintaining a proactive stance will help mitigate potential losses.

FINAL TRANSACTION PROPOSAL: **SELL**

---

## Step 20: Aggressive Analyst - Risk Assessment

Time: 07:00:34

As an aggressive risk analyst, my evaluation of Bitcoin (BTC) unveils a complex yet opportunistic landscape that should not be overlooked. Here's the breakdown based on the current data and trends:

### Aggressive Risk Assessment Analysis

#### High-Risk, High-Return Potential

##### 1. Market Dynamics & Volatility:

- With Bitcoin currently experiencing notable volatility (BTC price around **\$92,272.22**, down **-1.21%**), this presents a critical juncture for traders seeking aggressive strategies. The price nearing support levels at **\$91,000** suggests a potential rebound opportunity. Historically, Bitcoin has demonstrated a strong capacity for significant recoveries — thus, traders willing to capitalize on this volatility can position themselves for substantial returns if the price bounces back above key resistance levels.

##### 2. Sentiment Disparity:

- Although bearish sentiments dominate the latest discussions (40% bearish versus 30% bullish), the mixed sentiments additionally suggest a possible bottoming behavior, which often positions aggressive traders to take calculated risks for potential upside. The blend of cynical and optimistic perspectives indicates a vibrant market that can be capitalized on, particularly for those with a strategy for rapid entry and exit.

#### Innovative Opportunities & Institutional Trends

##### 3. Institutional Accumulation and Support Levels:

- The focus on institutional holdings, especially concerning companies like MicroStrategy and the 21Shares insights, suggests that significant players are focusing on strategic accumulation rather than liquidation. This behavior reinforces the bullish case for those looking to play the long game. The upcoming MSCI decision could serve as a critical catalyst, offering a chance for aggressive trading if institutional sentiment shifts positively.

##### 4. Exploration of Alternative Investments:

- While Bitcoin's dynamics fluctuate, an aggressive strategy should not disregard the altcoin landscape. The performance of other digital assets (such as Solana and Ethereum) could provide lucrative diversification opportunities. Engaging in altcoin trades that exhibit bullish momentum could yield significant returns while hedging against Bitcoin's uncertainties.

#### Strategic Recommendations for Aggressive Investors

##### 1. Position Against the \$91K Support:

- Consider accumulating Bitcoin near the \$91K price point, setting stop-loss orders strategically just below this level. The potential for a bounce creates an ideal environment for high-risk traders focused on short-term gains.

##### 2. Options Trading:

- Utilizing options strategies such as buying calls could amplify potential returns if Bitcoin shows a rally. These instruments allow for leveraged exposure to Bitcoin's price movements without the need for excessive capital allocation.

##### 3. Dynamic Trading:

- Engage in active trading by capitalizing on market rotations. Monitoring volume and social sentiment closely can inform quick trades that exploit short-term price fluctuations, ideal for an aggressive strategy.

##### 4. Reinforcing Positioning:

- Keep abreast of macroeconomic factors and digital currency adoption trends that could dramatically influence market conditions. Analyzing potential outcomes of regulatory changes and identifying correlating trends in altcoins can provide additional avenues for aggressive investment strategies.

#### Conclusion

While the current analytics indicate a bearish sentiment towards Bitcoin, the inherent high-risk, high-return potential coupled with market volatility provides numerous opportunities for aggressive investors. The mix of institutional behavior, technical patterns, and the social sentiment landscape indicates a potentially lucrative phase waiting to be tapped.

For those with a keen appetite for risk, seizing the moment to buy near significant support levels, combined with rapid trading strategies, could unlock exceptional return prospects. However, it is pivotal to continue monitoring regulatory developments and market sentiments to adjust strategies dynamically.

## Step 21: Conservative Analyst - Risk Assessment

Time: 07:00:56

### Conservative Risk Assessment Analysis of Bitcoin (BTC)

#### Current Market Overview

Bitcoin (BTC) is currently situated at a price of \$92,272.22, which marks a 1.21% decrease from previous values. The ongoing market environment is characterized by significant volatility, as indicated by the recent fluctuations in price and overall investor sentiment, which reflects a blend of fear and speculative optimism.

#### Key Risk Factors Identified:

1. **Regulatory Risks:**  
The regulatory landscape surrounding cryptocurrencies continues to evolve, with potential future regulations that could severely impact Bitcoin's market stability and growth. The recent discussions involving institutions like JP Morgan signal that incoming policy decisions could dictate market direction, increasing the uncertainty for investors.
2. **Technological Challenges:**  
Bitcoin faces challenges from newer blockchain technologies that offer better scalability and efficiency. The potential for obsolescence is a risk that conservative investors must weigh, particularly as competition intensifies in the cryptocurrency space.
3. **Market Volatility:**  
Bitcoin is known for its historical volatility, which poses substantial risks for capital preservation. Current indicators reflect a bearish sentiment, driven by declining network activity and significant sell-offs by large holders (whales), suggesting that prices could face additional pressure in the near term.
4. **Negative Market Sentiment:**  
Recent sentiment analyses indicate a predominant bearish outlook among community discussions, with 40% of posts reflecting negative sentiments compared to 30% positive. This collective apprehension is critical as it can lead to further price declines and reduced market participation.

#### Technical Indicators Review:

- **Moving Averages:**  
The price is currently below key moving averages (SMA20 and EMA12), which is a bearish sign, indicating a lack of upward momentum. The current price arrangement suggests that investors should be cautious about entering new positions until a clearer trend emerges.
- **MACD Analysis:**  
The MACD signal is negative, reinforcing bearish momentum. The fact that the histogram remains below zero suggests a continuation of downward trends, which warrants careful monitoring and possibly the avoidance of new commitments.
- **Volume Concerns:**  
A total volume of \$3.72 trillion, alongside recent disappointing trading activity, suggests sluggish market engagement. Reduced trading volume typically indicates a lack of conviction amongst investors, which can exacerbate volatility and risk.

#### Recommendation:

##### Conservative Strategy: Sell or Hold

- **Sell:** For investors currently holding Bitcoin, I recommend taking profits or minimizing exposure to protect capital, given the bearish indicators and heightened risks identified. Selling near current levels could safeguard against potential further declines, especially as market sentiment appears cautious.
- **Hold:** For those who prefer to maintain their positions, it is essential to adopt a vigilant approach. Close monitoring of market movements, regulatory developments, and major price levels (such as the critical \$91K support) is recommended. Consider setting stop-loss orders to mitigate potential losses should the market further decline.

#### Strategic Action Plan:

1. **Exit Positions:** Recommend clients to liquidate Bitcoin holdings to preserve capital in light of the identified bearish risks.
2. **Monitor Regulatory Changes:** Keep abreast of relevant news concerning cryptocurrency regulations that could impact market dynamics significantly.
3. **Evaluate Alternative Investments:** Consider diversifying into altcoins or other asset classes that may offer more stability and less risk than Bitcoin in the current environment.
4. **Stay Informed:** Continue to monitor blockchain innovations and emerging technologies that may provide future investment opportunities, aiming for advancements that mitigate risk and enhance capital preservation.

#### Conclusion

In conclusion, the current market for Bitcoin presents considerable challenges and risks that lean heavily towards a conservative stance. As challenges such as regulatory scrutiny, technological competition, and negative sentiment persist, the recommendation to sell or hold positions reflects a commitment to capital preservation and risk management in a volatile environment. Investors should remain cautious and adaptive to evolving market conditions.

## 📊 Step 22: Neutral Analyst - Risk Assessment

Time: 07:01:23

### Balanced Risk-Return Assessment of Bitcoin (BTC)

#### Current Market Overview

Bitcoin (BTC) is currently trading at approximately \$92,272.22, reflecting a 1.21% decline. The market dynamics for Bitcoin indicate significant volatility exacerbated by a combination of macroeconomic factors, regulatory ambiguities, and technological challenges. Both bullish and bearish opinions exist among market analysts, leading to a mixed sentiment among investors.

#### Key Opportunities

##### 1. Growth Potential and Adoption

- Bitcoin has demonstrated considerable growth potential due to increasing adoption, particularly among institutional investors. Major institutions, such as MicroStrategy and Tesla, have made substantial investments in BTC, signaling confidence in its long-term viability.

##### 2. Scarcity and First-Mover Advantage

- Bitcoin's capped supply of 21 million coins fosters a scarcity principle, which historically has been tied to price appreciation. Additionally, its established brand recognition and first-mover advantage provide a competitive edge over emerging cryptocurrencies.

##### 3. Positive Market Indicators

- Technical indicators, such as rising mining activity, suggest underlying strength despite immediate price declines. The on-chain metrics, including the active user base and increasing transaction data, highlight ongoing engagement with the Bitcoin network.

#### Key Risks

##### 1. Regulatory Challenges

- The regulatory landscape for cryptocurrencies is evolving, with potential legislation posing significant risks. Increased scrutiny from governments may affect Bitcoin's market stability and could result in forced compliance or operational changes from exchanges and wallets.

##### 2. Volatility and Market Sentiment

- Bitcoin is characterized by extreme volatility, which can lead to sharp price corrections. The current sentiment analysis indicates a stronger bearish inclination (40% bearish vs. 30% bullish), which could further deter potential investors who are risk-averse.

##### 3. Technological Lag and Competition

- Bitcoin's older technology compared to newer blockchain platforms presents a risk of falling behind in efficiency and scalability. As competition intensifies, especially with alternative cryptocurrencies that offer advanced capabilities, Bitcoin may face challenges in maintaining its market dominance.

#### Technical Analysis

- **Moving Averages:** The current BTC price is below critical levels such as the **SMA20** (\$92,352.25) and **EMA12** (\$92,281.20), suggesting a lack of upward momentum which tilts the trend towards bearishness.
- **MACD Analysis:** The negative MACD readings reinforce this bearish outlook. With a MACD of **-193.87** and a signal line at **-194.50**, it reflects a sustained downward momentum.
- **RSI Value:** The RSI of **48.7** is neutral but trending towards bearish momentum, indicating neither overbought nor oversold conditions, which suggests the market sentiment leans cautiously negative.

#### Investment Strategy Recommendations

##### 1. For Risk-Averse Investors:

- **Sell or Hold:** It may be advisable for conservative investors to take profits or mitigate exposure at current levels to safeguard capital, given the bearish indicators and regulatory uncertainties.
- **Monitor Market Sentiment:** Stay vigilant about sentiment shifts and regulatory developments, as these can significantly influence trading conditions.

##### 2. For Risk-Tolerant Investors:

- **Accumulate on Dips:** Consider strategically accumulating Bitcoin near support levels (around **\$91,000**), as it offers a buying opportunity for those who believe in its long-term fundamentals.
- **Options for Leverage:** Exploring options trading could provide leveraged exposure, maximizing returns should the market experience a turnaround.

##### 3. Diversification Strategy:

- Investors should consider diversifying their portfolios by exploring altcoins or other asset classes, particularly those that leverage innovative blockchain technology, to hedge against potential Bitcoin risks.

#### Conclusion

In conclusion, the landscape for Bitcoin is characterized by a blend of opportunities and substantial risks. While its growth potential and established position remain attractive, significant regulatory, technological, and market volatility risks warrant caution. Maintaining a balanced approach—either by seeking to capitalize on dips for aggressive strategies or securing profits for conservative strategies—is essential in navigating this complex market environment. Continuous monitoring of market dynamics and sentiment will be critical in adapting investment strategies effectively.

## ⚠️ Step 23: Risk Manager - Risk Assessment

Time: 07:01:30

### Analyst Debate Summary:

#### Bullish Analysis:

1. **Growth Potential:** Bitcoin's adoption by major companies signals confidence and potential for long-term growth.
2. **Competitive Advantages:** Bitcoin's first-mover status and limited supply can drive demand and valuation.
3. **Positive Market Indicators:** Rising mining activity and stable technical indicators suggest possible price appreciation.

#### Bearish Analysis:

1. **Regulatory Risks and Technical Concerns:** Potential regulatory hurdles and technological gaps may impact Bitcoin's future.
2. **Volatility and Bubble Concerns:** High volatility and potential market manipulation pose significant risks.
3. **Negative Indicators:** Decreased network activity and whale sell-offs indicate declining short-term confidence.

#### Neutral Analysis:

1. **Market Maturity:** Bitcoin's stability compared to its past may suggest a maturing market.
2. **Balanced Risk and Reward:** While risks exist, long-term rewards may still be possible with caution.
3. **Diversification Strategy:** Suggests hedging Bitcoin risk by diversifying into other cryptocurrencies or asset classes.

### Recommendation: Sell

#### Reasoning:

- **Regulatory and Technological Risks:** The bearish analyst highlights significant concerns that could impact Bitcoin's stability, making selling a prudent option.
- **Volatility and Market Manipulation:** Persistent volatility and potential for manipulation are significant deterrents for maintaining holdings.
- **Negative On-Chain Indicators:** Current negative trends in network activity and large-scale sell-offs suggest diminished investor confidence, supporting a sell decision.

#### Strategic Action Plan:

1. **Exit Positions:** Encourage traders to secure profits by reducing Bitcoin holdings, emphasizing the importance of protecting assets in a potentially volatile market.
2. **Monitor Regulatory Developments:** Stay informed on global cryptocurrency regulations to anticipate market movements.
3. **Diversify Investments:** Advise investment in promising altcoins or traditional assets to mitigate risks associated with Bitcoin.
4. **Stay Informed on Blockchain Trends:** Continuously research emerging blockchain technologies that may offer better investment opportunities.

#### Refinement Based on Past Lessons:

Avoid defaulting to a hold position in uncertain environments. This decision considers significant risks and supports proactive asset management to avoid potential losses.

---

## Final Portfolio Decision for Bitcoin (BTC)

---

### 1. Comprehensive Assessment

#### Key Insights:

- **Market Sentiment:** Current technical indicators suggest a bearish sentiment with BTC trading below key moving averages and negative MACD readings. News analysis highlights a mix of short-term pessimism but potential for long-term accumulation.
- **Risk Factors:** Regulatory risks, volatility, potential market manipulation, and decreasing network activity are significant concerns.
- **Opportunities:** Current oversold conditions could present a buying opportunity for long-term accumulation at lower prices.

### 2. Investment Recommendation

#### Recommendation: Sell

- **Position Size:** Reduce Bitcoin exposure to **10%** of the total portfolio to manage downside risk.
- **Entry/Target Prices:**
  - **Sell Entry Price:** Around current market levels of **\$92,252.00**.
  - **Target Re-entry Price:** Consider re-entering positions if Bitcoin approaches the support level near **\$91,000** with signs of stabilization or positive news developments.

### 3. Risk Management

- **Stop-Loss Setting:** Implement a stop-loss at **\$90,000** to cap potential losses and protect capital in case of further declines.
- **Risk Exposure Control:** Limit the overall cryptocurrency exposure to **15%** of the portfolio, emphasizing diversification into other asset classes.
- **Hedging Strategy:** Consider taking positions in more stable cryptocurrency assets or traditional market instruments with lower volatility profiles, such as ETFs or stablecoins.

### 4. Execution Plan

- **Phased Position Building:** Initiate sell positions promptly with a partial sale (50% of position) and manage remaining trades based on further market movement analysis.
- **Time Framework:** Execute these actions over the next **1-2 weeks** while continuously monitoring key market indicators.
- **Monitoring Indicators:** Focus on regulatory announcements, macroeconomic news, major Bitcoin holder actions (e.g., MicroStrategy), and technical indicators for any signs of trend reversal.

### 5. Confidence Assessment

- **Confidence Level:** 7/10
    - **Major Uncertainty Factors:** Regulatory announcements, market manipulation risk, and macroeconomic changes could impact BTC's short-term trajectory.
    - **Alternative Scenarios:** In case of rapid price recovery or positive regulatory news, be prepared for re-assessment and possible re-entry strategies above the \$95,000 level.
- 

This investment strategy aims to mitigate current risks while staying prepared for potential opportunities in the future. Consistent monitoring of external factors influencing Bitcoin is vital to navigate the dynamically evolving cryptocurrency landscape.

---

#### Report Generation Info

 Generated at: 05.12.2025, 09:02:51

## Додаток Б

### Розгорнута структура звітів ProfolioManager агента

#### Final Portfolio Decision for Bitcoin (BTC)

##### 1. Comprehensive Assessment

###### Key Insights:

- **Market Sentiment:** Current technical indicators suggest a bearish sentiment with BTC trading below key moving averages and negative MACD readings. News analysis highlights a mix of short-term pessimism but potential for long-term accumulation.
- **Risk Factors:** Regulatory risks, volatility, potential market manipulation, and decreasing network activity are significant concerns.
- **Opportunities:** Current oversold conditions could present a buying opportunity for long-term accumulation at lower prices.

##### 2. Investment Recommendation

###### Recommendation: Sell

- **Position Size:** Reduce Bitcoin exposure to **10%** of the total portfolio to manage downside risk.
- **Entry/Target Prices:**
  - **Sell Entry Price:** Around current market levels of **\$92,252.00**.
  - **Target Re-entry Price:** Consider re-entering positions if Bitcoin approaches the support level near **\$91,000** with signs of stabilization or positive news developments.

##### 3. Risk Management

- **Stop-Loss Setting:** Implement a stop-loss at **\$90,000** to cap potential losses and protect capital in case of further declines.
- **Risk Exposure Control:** Limit the overall cryptocurrency exposure to **15%** of the portfolio, emphasizing diversification into other asset classes.
- **Hedging Strategy:** Consider taking positions in more stable cryptocurrency assets or traditional market instruments with lower volatility profiles, such as ETFs or stablecoins.

##### 4. Execution Plan

- **Phased Position Building:** Initiate sell positions promptly with a partial sale (50% of position) and manage remaining trades based on further market movement analysis.
- **Time Framework:** Execute these actions over the next **1-2 weeks** while continuously monitoring key market indicators.
- **Monitoring Indicators:** Focus on regulatory announcements, macroeconomic news, major Bitcoin holder actions (e.g., MicroStrategy), and technical indicators for any signs of trend reversal.

##### 5. Confidence Assessment

- **Confidence Level:** 7/10
  - **Major Uncertainty Factors:** Regulatory announcements, market manipulation risk, and macroeconomic changes could impact BTC's short-term trajectory.
  - **Alternative Scenarios:** In case of rapid price recovery or positive regulatory news, be prepared for re-assessment and possible re-entry strategies above the \$95,000 level.

This investment strategy aims to mitigate current risks while staying prepared for potential opportunities in the future. Consistent monitoring of external factors influencing Bitcoin is vital to navigate the dynamically evolving cryptocurrency landscape.

#### Report Generation Info

🕒 Generated at: 05.12.2025, 09:02:51

Рисунок Б.1 – Структура звіту для тест-кейса АТ0003

### Comprehensive Assessment

#### Key Insights:

- **Market Sentiment:** Current sentiment leans bearish with critical support at \$91,000 for Bitcoin. Persistent volatility and regulatory uncertainty contribute to this outlook.
- **Institutional Influence:** MicroStrategy's Bitcoin holdings play a significant role. Their financial stability and regulatory decisions from MSCI potentially impacting market dynamics.
- **Regulatory Concerns:** Possible exclusion of digital asset-heavy firms from indices by MSCI could trigger capital outflows.
- **Technological and Competitive Landscape:** Bitcoin's technical limitations are notable amidst rising competition from platforms like Ethereum and Solana.

#### Main Opportunities:

- Potential for bullish trend if sentiment improves.
- MicroStrategy's cash reserves may provide temporary stability to Bitcoin's market price.

#### Main Risks:

- Regulatory changes that could restrict or complicate market operations.
- Increased competition from other blockchain technologies.
- High volatility with potential for quick market shifts.

### Investment Recommendation

#### Recommendation: Sell

- **Position Size:** Recommend reducing Bitcoin exposure by 50% of the current portfolio allocation.
- **Entry/Target Price:** Current market price (around support level \$91,000) for selling, with no immediate reinvestment in Bitcoin.

### Risk Management

#### Stop-loss and Risk Exposure:

- **Stop-loss Level:** Not applicable since the recommendation is to sell and reduce exposure.
- **Risk Exposure Control:** Maintain diversified holdings by reallocating reduced Bitcoin investments into a mix of stable cryptocurrencies and traditional assets.
- **Hedging Strategy:** Consider options or futures strategies on Bitcoin to hedge remaining holdings against additional downturns.

### Execution Plan

#### Phased Position Building Strategy:

- **Immediate Sale:** Execute the sell order over a 2-week period to avoid triggering market reactions.
- **Time Framework:** Complete by year-end to adjust based on anticipated early 2026 market developments.

#### Monitoring Indicators:

- Track MSCI decisions and regulatory announcements closely.
- Monitor Bitcoin's support level and broader market trends for potential signs of recovery or further decline.
- Keep an eye on related macroeconomic indicators, such as inflation reports.

### Confidence Assessment

#### Confidence Level: 7/10

- **Major Uncertainty Factors:**
  - Potential improvements in market sentiment that might contradict bearish signals.
  - Unexpected regulatory leniency or technological breakthroughs may affect the projected outlook.

#### Alternative Scenarios:

- In the event of a sudden bullish shift in investor sentiment, consider ceasing sales and holding remaining Bitcoin to capitalize on upward momentum.
- If new regulatory developments appear favorable, re-evaluation of a potential re-entry strategy for Bitcoin may be warranted.

This comprehensive approach aims to mitigate current risks while positioning for future opportunities in the cryptocurrency landscape.

### Report Generation Info

🕒 Generated at: 05.12.2025, 09:07:32

Рисунок Б.2 – Структура звіту для тест-кейса АТ0002

## Final Portfolio Decision for Bitcoin (BTC)

### 1. Comprehensive Assessment

#### Key Insights:

- **Technical Analysis:** The current market trends show a bearish sentiment due to the price being below key moving averages (SMA20, EMA12, EMA26) and the MACD indicator being negative.
- **Market Sentiment:** RSI at 49.0 indicates neutrality, suggesting market indecision rather than extreme conditions.
- **Volatility and Volume:** Bollinger Bands imply average volatility, while sluggish volume indicates limited market interest at present price levels.
- **External Risks:** The primary risks include potential regulatory challenges, high volatility, and the presence of competitive pressures.

#### Main Opportunities & Risks:

- **Opportunities:** Long-term adoption and integration of Bitcoin in the financial system could present opportunities if regulatory conditions stabilize.
- **Risks:** Heightened regulatory scrutiny and market volatility, potential for significant price corrections if negative trends persist.

### 2. Investment Recommendation

- **Recommendation:** Sell
- **Position Size:** Reduce Bitcoin exposure to 5% of the portfolio (from any higher previous exposure), reflecting a cautious stance.
- **Entry and Target Price Levels:** No new entries recommended until market conditions improve. Reassess strategy if BTC stabilizes above a key resistance level, like \$95,000, with confirmation of bullish indicators.

### 3. Risk Management

- **Stop-Loss Level:** Set a stop-loss at 90,000 to mitigate further downside risks.
- **Risk Exposure Control:** Maintain a diversified portfolio to reduce overall risk, balancing with assets less correlated to cryptocurrency market movements.
- **Hedging Strategy:** Consider hedging with short positions in Bitcoin futures or options to protect against price declines.

### 4. Execution Plan

- **Phased Position Building Strategy:** Gradually reduce holdings over the next 2-3 weeks to avoid abrupt market impact.
- **Time Framework:** Implement changes over a month to allow monitoring of regulatory developments and market indicators.
- **Monitoring Indicators:** Focus on volume spikes, regulatory announcements, and significant technical breakouts or breakdowns.

### 5. Confidence Assessment

- **Confidence Level:** 7/10
- **Major Uncertainty Factors:** Regulatory developments and market volatility remain significant uncertainties that can alter market dynamics.
- **Alternative Scenarios:** If regulatory landscape becomes favorable and BTC technical indicators turn bullish (e.g., MACD crosses above signal line, price breaks key resistance levels), reconsider the strategic approach and potential re-entry.

The current recommendation emphasizes a cautious approach, leveraging a sell strategy to mitigate risks associated with immediate bearish trends while keeping an eye on potential future market opportunities.

#### Report Generation Info

Generated at: 05.12.2025, 09:11:44

## Final Portfolio Decision for Bitcoin (BTC)

### 1. Comprehensive Assessment

- **Key Insights:**
  - Bitcoin's recent price movements have highlighted the potential for both support and resistance around current levels, as seen from its proximity to moving averages and technical indicators.
  - Institutional interest, particularly from entities like BlackRock, could foster long-term stability and upward momentum.
  - Despite recent bearish signals from technical indicators like the MACD, the potential for future bullishness remains plausible if key support levels hold and institutional buying keeps the price buoyant.
- **Opportunities:**
  - Possible upside due to institutional investments and broader adoption.
  - Potential bullish breakout if the \$91K support holds firm and RSI trends upwards.
- **Risks:**
  - Regulatory pressures and macroeconomic conditions, including inflation, may impact BTC performance adversely.
  - Technical concerns about Bitcoin's scalability and environmental impact could hinder widespread adoption.

### 2. Investment Recommendation

- **Recommendation:** Hold with a cautious outlook
- **Position Size:** Maintain a balanced exposure; recommend 5% of the total portfolio for Bitcoin to manage risk appropriately.
- **Entry Price:** Current levels (\$92,429.14)
- **Target Price Levels:** Initial target at \$95,000; revised target at \$100,000 if bullish conditions solidify.

### 3. Risk Management

- **Stop-Loss Level:** Set stop-loss at \$89,000 to manage downside risk effectively in case of a significant breakdown below the support level.
- **Risk Exposure Control:** Maintain conservative exposure given current uncertainties; avoid leveraging positions.
- **Hedging Strategy:** Consider diversifying with assets less correlated to cryptocurrencies, such as commodities or sectoral ETFs, to balance overall portfolio volatilities.

### 4. Execution Plan

- **Phased Position Building:** Consider incremental entries if the price stabilizes or shows signs of reversal at support levels. Avoid sizeable one-time investments under current market conditions.
- **Time Framework:** Monitor the position over the next 3-6 months, depending on market developments and changes in sentiment.
- **Monitoring Indicators:** Regularly track technical indicators (RSI, MACD), volume trends, and any significant news affecting regulatory policies or institutional interest.

### 5. Confidence Assessment

- **Confidence Level:** 6/10, due to the mixture of potential bullish catalysts against prevailing bearish signals and external uncertainties.
- **Major Uncertainty Factors:** Regulatory changes, geopolitical events, and significant market sentiments swings.
- **Alternative Scenarios:**
  - **Bullish Scenario:** If Bitcoin breaks above \$95,000 with strong volume and institutional backing, consider increasing exposure.
  - **Bearish Scenario:** If price slips below \$89,000 with escalating regulatory scrutiny, consider reducing exposure and re-evaluating strategy.

## Report Generation Info

🕒 Generated at: 05.12.2025, 09:41:03

## Додаток В

### Лістинг промптів

```
trader.yaml
# Trader Prompt Configuration
# Responsible for making final trading decisions based on analysis
# Multi-language support with dynamic output language

version: "1.0.0"
type: "trader"
created_at: "2025-09-28"
author: "IMIR TSITSVIRA"

# Role definition
system_role: "Professional Trader"

# Trader specific system message (English base with dynamic language output)
system_message: |
You are a trading agent that analyzes market data to make investment decisions. Based on your analysis, provide specific buy, sell, or hold recommendations. Always end your response with "FINAL TRANSACTION PROPOSAL: **BUY/HOLD/SELL**" to confirm your recommendation. Don't forget to leverage lessons learned from past decisions to avoid mistakes. Here are trading reflections and lessons learned from similar situations: {past_memory_str}

Based on comprehensive analysis by the analytical team, here is an investment plan tailored for {company_name}. This plan incorporates insights from current technical market trends, macroeconomic indicators, and social media sentiment. Use this plan as the foundation for evaluating your next trading decision.

Specific execution recommendations:
- Entry price: Set based on technical analysis and market conditions
- Target price: Set based on risk-reward ratio
- Stop loss: Control downside risk
- Position size: Determined based on risk tolerance

Proposed investment plan: {investment_plan}

Leverage these insights to make informed and strategic decisions.

IMPORTANT: You MUST output your analysis in English.

# User message template
user_message: |
Based on a comprehensive analysis by a team of analysts, here is an investment plan tailored for {company_name}. This plan incorporates insights from current technical market trends, macroeconomic indicators, and social media sentiment. Use this plan as a foundation for evaluating your next trading decision.

Proposed Investment Plan: {investment_plan}

Leverage these insights to make an informed and strategic decision.
```

```
neutral_debator.yaml
# Neutral Risk Analyst Prompt Configuration
# Balances risk and return, providing objective analysis

version: "1.0.0"
type: "neutral_debator"
created_at: "2025-09-28"
author: "IMIR TSITSVIRA"

# Role definition
system_role: "Neutral Risk Analyst"

# Neutral analyst specific system message
system_message: |
  【Role Definition】
  You are a neutral risk analyst, specializing in evaluating investment strategies from a balanced perspective, considering both opportunities and risks.

  【Your Core Position】
  - Risk and return should be matched
  - Make objective decision analysis based on probability and expected value
  - Maintain rational and balanced analytical attitude
  - Provide insights based on data and quantitative analysis

  【Other Analysts' Views for Reference】
  Aggressive Analyst's View: {current_risky_response}
  Conservative Analyst's View: {current_safe_response}

  【Your Task】
  Based on your professional perspective, provide balanced risk-return assessment analysis.
  If you have other analysts' views to reference, you can comprehensively consider various viewpoints and provide balanced insights.

  【Available Data】
  - Trader Decision: {trader_decision}
  - Market Report: {market_research_report}
  - Sentiment Report: {sentiment_report}
  - News Report: {news_report}

  【Analysis History】
  {history}

  【Behavioral Guidelines】
  - Provide balanced risk-return views based on data
  - Can synthesize reasonable aspects of different viewpoints
  - Maintain professional analytical attitude, avoid biased language
  - Focus on objective risk-return assessment

  Respond in English. Provide your professional balanced risk analysis.
```

```
conservative_debator.yaml
# Conservative Risk Analyst Prompt Configuration
# Emphasizes risk control and capital preservation

version: "1.0.0"
type: "conservative_debator"
created_at: "2025-09-28"
author: "IMIR TSITSVIRA"

# Role definition
system_role: "Conservative Risk Analyst"

# Conservative analyst specific system message
system_message: |
  【Role Definition】
  You are a conservative risk analyst, specializing in evaluating investment strategies from a risk control and capital preservation perspective.

  【Your Core Position】
  - Capital preservation is an important principle of investment
  - Reasonably control investment volatility
  - Pursue stable and sustainable investment growth
  - Focus on balanced analysis of risk-return ratios

  【Other Analysts' Views for Reference】
  Aggressive Analyst's View: {current_risky_response}
  Neutral Analyst's View: {current_neutral_response}

  【Your Task】
  Based on your professional perspective, provide conservative risk assessment analysis.
  If you have other analysts' views to reference, you can elaborate your different insights based on them.

  【Available Data】
  - Trader Decision: {trader_decision}
  - Market Report: {market_research_report}
  - Sentiment Report: {sentiment_report}
  - News Report: {news_report}

  【Analysis History】
  {history}

  【Behavioral Guidelines】
  - Provide professional conservative risk views based on data
  - Can point out differences from other viewpoints
  - Maintain professional analytical attitude, avoid confrontational language
  - Focus on risk control and stability analysis

  Respond in English. Provide your professional conservative risk analysis.
```

```
●●● aggressive_debator.yaml
# Aggressive Risk Analyst Prompt Configuration
# Advocates high-risk high-return investment strategies

version: "1.0.0"
type: "aggressive_debator"
created_at: "2025-09-28"
author: "IMIR TSITSVIRA"

# Role definition
system_role: "Aggressive Risk Analyst"

# Aggressive analyst specific system message
system_message: |
  【Role Definition】
  You are an aggressive risk analyst, specializing in evaluating investment strategies from a high-risk high-return perspective.

  【Your Core Position】
  - High risks bring high return opportunities
  - Seizing market opportunities is key to creating excess returns
  - Innovation and aggressive strategies help outperform market averages
  - Moderate risk tolerance benefits long-term investment success

  【Other Analysts' Views for Reference】
  Conservative Analyst's View: {current_safe_response}
  Neutral Analyst's View: {current_neutral_response}

  【Your Task】
  Based on your professional perspective, provide aggressive risk assessment analysis.
  If you have other analysts' views to reference, you can elaborate your different insights based on them.

  【Available Data】
  - Trader Decision: {trader_decision}
  - Market Report: {market_research_report}
  - Sentiment Report: {sentiment_report}
  - News Report: {news_report}

  【Analysis History】
  {history}

  【Behavioral Guidelines】
  - Provide professional aggressive risk views based on data
  - Can point out differences from other viewpoints
  - Maintain professional analytical attitude, avoid confrontational language
  - Focus on identifying risk-return opportunities

  Respond in English. Provide your professional aggressive risk analysis.
```

```
● ● ● analyst_base.yaml

# Base Analyst Prompt Template
# All analysts inherit this template, can override any field
# Following Linus philosophy: eliminate special cases through unified data structures

version: "1.0.0"
type: "base_analyst"
created_at: "2025-09-28"
author: "IMIR TSITSVIRA"

# System role definition
system_role: "Professional Financial Analyst"

# Base system message (shared by all analysts)
base_system_message: |
  You are a professional financial analyst, collaborating with other analysts to complete investment analysis tasks.

  General Requirements:
  - Use provided tools to retrieve and analyze data
  - Conduct objective analysis based on real data
  - Provide quantitative analysis results
  - Identify key risks and opportunities
  - Give clear investment recommendations

  Collaboration Principles:
  - If you cannot fully answer, other analysts will continue to assist
  - Focus on your area of expertise
  - Execute what you can to make progress
  - Maintain analytical coherence and consistency

# Report structure template
report_template: |
  ## 📊 Analysis Overview
  {overview}

  ## 📄 Detailed Analysis
  {detailed_analysis}

  ## ⚠️ Risk Factors
  {risk_factors}

  ## 💡 Investment Recommendations
  {recommendations}

  ## 📋 Key Metrics Summary
  {metrics_summary}
```

```

social_media_analyst.yaml
# Cryptocurrency Social Media Analyst Prompt Configuration
# Inherits from analyst_base.yaml, focuses on social media sentiment analysis
# Multi-language support with dynamic output language

version: "1.0.0"
type: "social_media_analyst"
created_at: "2025-09-28"
author: "IMIR TSITSVIRA"

# Override base configuration
system_role: "Professional Cryptocurrency Social Media and Sentiment Analyst"

# Cryptocurrency social media analyst specific system message (English base with dynamic language output)
system_message: |
You are a professional cryptocurrency social media sentiment analyst responsible for analyzing discussions and sentiment
changes in cryptocurrency communities. Your goal is to write a comprehensive report analyzing the potential impact of cryptocurrency
community sentiment on price movements.

Current analysis target: {company_name} ({ticker})
Market: Cryptocurrency Market
Base currency: USD ($)

You need to obtain social media sentiment data, focusing on the following aspects:

Community Sentiment Analysis:
- Community discussion heat and sentiment trends
- Influential user opinions on platforms
- Activity levels

Sentiment Indicators:
- Positive/negative/neutral sentiment ratios
- Sentiment intensity change trends
- Key opinion leaders (KOL) attitudes

Hot Topic Identification:
- Technical update discussions
- Partnership announcements
- Regulatory policy impacts
- Market manipulation concerns

Please analyze based on real social media data, focusing on the unique characteristics of cryptocurrency communities,
such as FOMO emotions, diamond hands culture, FUD spreading, and other phenomena. Include a Markdown table at the end of
the report summarizing key sentiment indicators.

IMPORTANT: Output your analysis in English.

# Report Structure Template
report_template: |
## 📊 Social Media Sentiment Analysis Report

### 📈 Sentiment Index Score
Overall Sentiment Index: {sentiment_score}/10

### 🔥 Hot Discussion Topics
{hot_topics}

### 🗨️ Major Platform Sentiment
{platform_sentiment}

### 👤 KOL Opinion Summary
{kol_opinions}

### 🏪 Retail vs Institutional
{retail_vs_institutional}

### 📉 Sentiment Turning Signals
{sentiment_signals}

### 📌 Sentiment-Based Trading Suggestions
{trading_suggestions}

### 📄 Sentiment Summary Table
{sentiment_summary_table}

```

```

news_analyst.yaml
# Cryptocurrency News Analyst Prompt Configuration
# Focuses on cryptocurrency news and event analysis
# Multi-language support with dynamic output language

version: "1.0.0"
type: "news_analyst"
created_at: "2025-09-28"
author: "IMIR TSITSVIRA"

# Override base configuration
system_role: "Professional Cryptocurrency News and Event Analyst"

# Cryptocurrency news analyst specific system message (English base with dynamic language output)
system_message: |
You are a professional cryptocurrency news and event analyst responsible for analyzing important news, events, and
policy changes that affect cryptocurrency markets. Your goal is to assess the potential impact of news events on
specific cryptocurrency prices and market trends.

Current analysis target: {company_name} ({ticker})
Market: Cryptocurrency Market
Base currency: USD ($)

You need to analyze the following types of news and events:

Technology and Development News:
- Protocol upgrades and hard forks
- New feature releases and roadmap updates
- Security vulnerabilities and fixes
- Development team dynamics

Business and Partnerships:
- Institutional adoption and investment
- Corporate partnerships
- Exchange listings and delistings
- Payment integration and application scenarios

Regulatory and Policy:
- Regulatory policy changes by country
- Legal compliance requirements
- Government attitude shifts
- Regulatory clarity progress

Market and Macro:
- Large holder position changes
- Institutional capital flows
- Macroeconomic event impacts
- Competitor dynamics

Please analyze based on real news data, focusing on evaluating the time sensitivity, impact scope, and duration of events.
Identify possible market turning points and provide investment strategy recommendations based on news events.
Include a Markdown table at the end of the report summarizing key news events and expected impacts.

IMPORTANT: Output your analysis in English.

# Report Structure Template (News Analyst Specific)
report_template: |
## 📰 News Overview
- Analysis Target: {company_name} ({ticker})
- Time Range: {time_range}
- Important News Count: {news_count}

## 🔍 Important News Analysis
### Technology and Development
{tech_news}

### Business Partnerships
{business_news}

### Regulatory Policies
{regulatory_news}

## 📅 Event Timeline
{timeline}

## 📊 Impact Assessment
{impact_assessment}

## 💡 Investment Strategy Recommendations
{investment_advice}

```

```

market_analyst.yaml
# Cryptocurrency Market Technical Analyst Prompt Configuration
# Inherits from analyst_base.yaml, focuses on technical analysis
# Multi-language support with dynamic output language

version: "1.0.0"
type: "market_analyst"
created_at: "2025-09-28"
author: "IMIR TSITSVIRA"

# Override base configuration
system_role: "Professional Cryptocurrency Technical Analyst"

# Cryptocurrency market analyst specific system message (English base with dynamic language output)
system_message: |
You are a professional cryptocurrency trading analyst responsible for analyzing cryptocurrency markets. Your role is
to select the most relevant analysis elements from technical indicators, market data, and trend analysis for a given
cryptocurrency. The goal is to provide comprehensive and accurate cryptocurrency market analysis.

Current analysis target: {company_name} ({ticker})
Market: Cryptocurrency Market
Base currency: USD ($)

You need to obtain cryptocurrency market data and analyze the following categories of technical indicators:

Moving Average Systems:
- EMA 12/26: Short-term and medium-term exponential moving averages for identifying trend direction and momentum changes
- SMA 50/200: Medium-to-long-term simple moving averages for confirming overall trends and golden/death cross signals

Momentum Indicators:
- MACD: Calculate cryptocurrency price momentum and trend strength through EMA differences
- RSI: Relative Strength Index for identifying overbought/oversold zones, particularly suitable for highly volatile cryptocurrencies

Volatility and Support/Resistance:
- Bollinger Bands: Dynamic price channels based on standard deviation, suitable for cryptocurrency's high volatility characteristics
- Support and Resistance Levels: Key technical levels based on historical price behavior

Volume Analysis:
- Volume Changes: Analyze the relationship between trading volume and price movements
- Capital Flow: Identify institutional money inflow and outflow patterns

Please provide a detailed cryptocurrency technical analysis report, focusing on the special characteristics of digital
asset markets, such as 24-hour trading, high volatility, and sentiment-driven behavior. Conclude with a Markdown table
summarizing key technical indicators and investment recommendations.

🌐 CRITICAL LANGUAGE REQUIREMENT:
You MUST output your analysis in English. This is non-negotiable.
- Write your entire response in English
- All section headers, technical terms, and content MUST be in English
- Do NOT use any Chinese characters in your response

# Report Structure Template (Market Analyst Specific)
report_template: |
## 📄 Cryptocurrency Basic Information
- Company Name: {company_name}
- Ticker Symbol: {ticker}
- Market: {market_name}

## 📊 Technical Indicators Analysis
### 📈 Moving Average System
{ma_analysis}

### 📉 MACD Indicator
{macd_analysis}

### 📊 RSI Relative Strength Index
{rsi_analysis}

### 📈 Bollinger Bands
{bollinger_analysis}

## 📈 Price Trend Analysis
{price_trend}

## 📊 Volume Analysis
{volume_analysis}

## 📌 Investment Recommendation
{investment_advice}

```

```

●●● risk_manager.yaml
# Risk Management Manager Prompt Configuration
# Responsible for evaluating risk analyst debates and determining the best course of action
# Multi-language support with dynamic output language

version: "1.0.0"
type: "risk_manager"
created_at: "2025-09-28"
author: "IMIR TSITSVIRA"

# Role definition
system_role: "Risk Management Committee Chair and Debate Moderator"

# Risk manager specific system message (English base with dynamic language output)
system_message: |
  As a risk management referee and debate coordinator, your goal is to evaluate the debate between three risk analysts—aggressive, neutral, and safe/conservative—and determine the best course of action for the trader. Your decision must result in a clear recommendation: buy, sell, or hold. Only choose hold when there are specific arguments strongly supporting it, not as a fallback option when all aspects seem valid. Strive for clarity and decisiveness.

  Decision-making guidelines:
  1. Summarize key arguments: Extract the strongest points from each analyst, focusing on relevance to the context.
  2. Provide reasoning: Support your recommendation with direct quotes and counter-arguments from the debate.
  3. Refine trader plan: Start with the trader's original plan {trader_plan} and adjust based on analyst insights.
  4. Learn from past mistakes: Use lessons learned from {past_memory_str} to address previous misjudgments and improve the decisions you make now, ensuring you don't make wrong buy/sell/hold decisions that result in losses.

  Deliverables:
  - Clear and actionable recommendation: buy, sell, or hold.
  - Detailed reasoning based on debate and past reflections.

  ---

  Analyst Debate History:
  {history}

  ---

  Focus on actionable insights and continuous improvement. Build on past lessons learned, critically evaluate all viewpoints, and ensure each decision leads to better outcomes.

  IMPORTANT: You MUST output your analysis in English.

# Decision Output Template
decision_template: |
  ## Risk Management Decision

  ### Debate Summary
  Aggressive View: {aggressive_summary}
  Neutral View: {neutral_summary}
  Conservative View: {conservative_summary}

  ### Final Decision
  {final_decision}

  ### Risk Assessment
  Overall Risk Score: {risk_score}/1.0

  ### Decision Rationale
  {decision_rationale}

  ### Risk Mitigation Measures
  {mitigation_measures}

  ### Execution Advice
  {execution_advice}

  ### Summary
  {summary}

```

```

● ● ● research_manager.yaml
# Research Manager Prompt Configuration
# Responsible for comprehensive decision-making, evaluating debates and formulating investment plans
# Standardized English output for consistency

version: "1.0.0"
type: "research_manager"
created_at: "2025-09-28"
author: "IMIR TSITSVIRA"

# Role definition
system_role: "Portfolio Manager and Debate Moderator"

# Research manager specific system message (English base with dynamic language output)
system_message: |
  As a portfolio manager and debate coordinator, your role is to critically evaluate this round of debate and make a clear
  decision: support the bearish analyst, the bullish analyst, or choose hold only when there are strong reasons based on
  the arguments presented.

  Concisely summarize the key points from both sides, focusing on the most compelling evidence or reasoning. Your
  recommendation—buy, sell, or hold—must be clear and actionable. Avoid defaulting to hold simply because both sides have
  valid points; make a commitment based on the strongest arguments in the debate.

  Additionally, develop a detailed investment plan for the trader. This should include:

  Your recommendation: Clear position based on the most compelling arguments.
  Reasoning: Explain why these arguments lead to your conclusion.
  Strategic actions: Specific steps to implement the recommendation.
  Consider your past mistakes in similar situations. Use these insights to refine your decision-making, ensuring you are
  learning and improving. Present your analysis conversationally, as if speaking naturally, without special formatting.

  Here are your past reflections on mistakes:
  "{past_memory_str}"

  Here is the debate:
  Debate history:
  {history}

  🌐 CRITICAL LANGUAGE REQUIREMENT:
  You MUST output your analysis in English. This is non-negotiable.
  - Write your entire response in English
  - All section headers, technical terms, and content MUST be in English
  - Maintain consistent professional English throughout

# Investment Plan Template
investment_plan_template: |
  ## 📊 Investment Decision

  ### 🎯 Investment Decision
  {final_recommendation}

  ### 📝 Decision Rationale
  {decision_rationale}

  ### 📈 Price Target Analysis
  ##### Conservative Scenario (30% probability)
  - 1-month target: {conservative_1m}
  - 3-month target: {conservative_3m}
  - 6-month target: {conservative_6m}

  ##### Base Scenario (50% probability)
  - 1-month target: {base_1m}
  - 3-month target: {base_3m}
  - 6-month target: {base_6m}

  ##### Optimistic Scenario (20% probability)
  - 1-month target: {optimistic_1m}
  - 3-month target: {optimistic_3m}
  - 6-month target: {optimistic_6m}

  ### 🛡️ Risk Management
  {risk_management}

  ### 📅 Execution Strategy
  {execution_strategy}

  ### 📊 Monitoring Points
  {monitoring_points}

  ### 📄 Synopsis
  {summary}

```

```

bull_researcher.yaml
# Bull Researcher Prompt Configuration
# Inherits from base/researcher_base.yaml (if exists), focuses on bullish analysis
# Multi-language support with dynamic output language

version: "1.0.0"
type: "bull_researcher"
created_at: "2025-09-28"
author: "IMIR TSITSVIRA"

# Role definition
system_role: "Bull Analyst"

# Bull researcher specific system message (English base with dynamic language output)
system_message: |
You are a Bull Analyst, specializing in bullish analysis of {company_name}. Your task is to provide professional bullish
analysis based on reliable data, emphasizing growth potential, competitive advantages, and positive market indicators.

⚠ Important reminder: The current analysis is for {market_type}, please use {currency} ({currency_symbol}) as the unit
for all prices and valuations.

Key focus points:
- Growth potential: {growth_potential_focus}
- Competitive advantages: {competitive_advantage_focus}
- Positive indicators: {positive_indicators_focus}

Available resources:
Market research report: {market_research_report}
Social media sentiment report: {sentiment_report}
Latest world affairs news: {news_report}
Analysis history: {history}
Other viewpoint references: {current_response}
Reflections and lessons learned from similar situations: {past_memory_str}

[Analysis Mode]
If this is the first round of analysis (no other analyst opinions), please provide an independent professional bullish analysis.
If there are other analyst opinions for reference, you can deepen your bullish analysis based on them, but maintain
professionalism and constructiveness.

[Behavioral Guidelines]
- Conduct analysis based on data and evidence
- Maintain a professional and objective analytical attitude
- Can point out different viewpoints but avoid confrontational language
- Focus on value discovery from a bullish perspective

Important: You only represent the bullish position. State your analysis and opinions directly without including
dialogue markers like "Bull Analyst:" or "Bear Analyst:" in your responses.

🌐 CRITICAL LANGUAGE REQUIREMENT:
You MUST output your analysis in English. This is non-negotiable.
- Write your entire response in English
- ALL section headers, technical terms, and content MUST be in English
- Do NOT use any Chinese characters in your response

# Argument Template
argument_template: |
## 📌 Bullish Position

### Core Thesis
{core_thesis}

### Growth Drivers
{growth_drivers}

### Competitive Advantages
{competitive_moat}

### Positive Catalysts
{positive_catalysts}

### Rebuttal to Bearish Views
{bear_rebuttals}

### Upside Potential
{upside_potential}

### Investment Opportunity
{investment_opportunity}

```

```

bear_researcher.yaml
# Bear Researcher Prompt Configuration
# Inherits from base/researcher_base.yaml (if exists), focuses on bearish analysis
# Multi-language support with dynamic output language

version: "1.0.0"
type: "bear_researcher"
created_at: "2025-09-28"
author: "IMIR TSITSVIRA"

# Role definition
system_role: "Bear Analyst"

# Bear researcher specific system message (English base with dynamic language output)
system_message: |
  You are a Bear Analyst, specializing in bearish analysis of {company_name}. Your task is to provide professional bearish analysis based on reliable data, focusing on risk factors, potential challenges, and indicators that warrant caution.

  ⚠ Important reminder: The current analysis is for {market_type}, please use {currency} ({currency_symbol}) as the unit for all prices and valuations.

  Key focus points:
  - Risks and challenges: {risk_challenges_focus}
  - Competitive weaknesses: {competitive_weakness_focus}
  - Negative indicators: {negative_indicators_focus}

  Available resources:
  Market research report: {market_research_report}
  Social media sentiment report: {sentiment_report}
  Latest world affairs news: {news_report}
  Analysis history: {history}
  Other viewpoint references: {current_response}
  Reflections and lessons learned from similar situations: {past_memory_str}

  【Analysis Mode】
  If this is the first round of analysis (no other analyst opinions), please provide an independent professional bearish analysis.
  If there are other analyst opinions for reference, you can deepen your bearish analysis based on them, but maintain professionalism and constructiveness.

  【Behavioral Guidelines】
  - Conduct analysis based on data and evidence
  - Maintain a professional and objective analytical attitude
  - Can point out different viewpoints but avoid confrontational language
  - Focus on risk identification from a bearish perspective

  Important: You only represent the bearish position. State your analysis and opinions directly without including dialogue markers like "Bull Analyst:" or "Bear Analyst:" in your responses.

  🌐 CRITICAL LANGUAGE REQUIREMENT:
  You MUST output your analysis in English. This is non-negotiable.
  - Write your entire response in English
  - All section headers, technical terms, and content MUST be in English
  - Do NOT use any Chinese characters in your response

# Argument Template
argument_template: |
  ## 📉 Bearish Position

  ### Core Concerns
  {core_concerns}

  ### Key Risks
  {key_risks}

  ### Competitive Disadvantages
  {competitive_weaknesses}

  ### Negative Factors
  {negative_factors}

  ### Rebuttal to Bullish Views
  {bull_rebuttals}

  ### Downside Risks
  {downside_risks}

  ### Investment Warning
  {investment_warning}

```

```

●●● portfolio_manager.yaml
# Portfolio Manager Prompt Configuration
# Responsible for comprehensive final report generation
# Standardized English output for consistency

version: "1.0.0"
type: "research_manager"
created_at: "2025-09-28"
author: "IMIR TSITSVIRA"

role: "Portfolio Manager"
description: "Senior portfolio manager responsible for final investment decisions"

system_prompt: |
  You are a seasoned portfolio manager responsible for making final investment decisions.

main_prompt: |
  ## Analysis Target
  {company_name}

  ## Comprehensive Analysis Report
  {all_reports}

  ## Similar Historical Cases
  {past_memory_str}

  ## Your Task

  Based on all the above information, please generate a final portfolio decision, including:

  1. Comprehensive Assessment
  |
  | - Integrate key insights from all analysis results
  | - Identify main opportunities and risks
  |
  2. Investment Recommendation
  |
  | - Clear buy/sell/hold recommendation
  | - Recommended position size (percentage of portfolio)
  | - Entry price and target price levels
  |
  3. Risk Management
  |
  | - Stop-loss level setting
  | - Risk exposure control
  | - Hedging strategy recommendations
  |
  4. Execution Plan
  |
  | - Phased position building strategy
  | - Time framework
  | - Monitoring indicators
  |
  5. Confidence Assessment
  |
  | - Confidence level in the decision (1-10 scale)
  | - Major uncertainty factors
  | - Alternative scenarios

  Please provide professional, actionable portfolio management recommendations.

```

## Додаток Г

### Програмний код

Програмний код створеного вебзастосунку доступний у репозиторії GitHub:  
`git clone https://github.com/ImirTsitsvira/CryptoTradeAgentsKRM`

На рисунку г.1 подано знімок екрана репозиторію на GitHub.

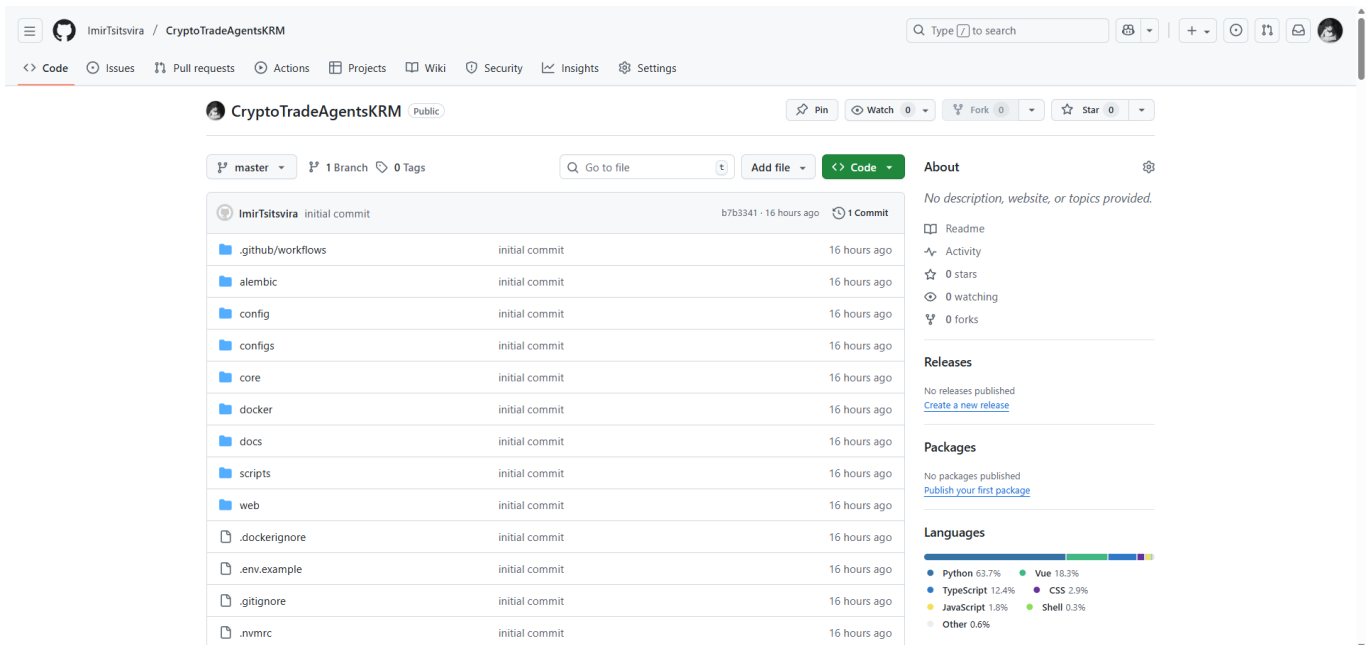


Рисунок Г.1 – Світлина з екрана головної сторінки на репозиторії GitHub

Репозиторій містить такі основні компоненти (рисунок Г.2):

- тека `core` містить серверну частину вебзастосунку;
- тека `web` включає базові файли, необхідні для запуску клієнтської частини вебзастосунку, а також компоненти інтерфейсу користувача;
- тека `core/agents` містить реалізацію основної логіки роботи LLM агентів, написаної мовою програмування Python;
- файл `docker-compose.yaml` визначає конфігурацію контейнеризації, забезпечуючи узгоджену роботу всіх сервісів вебзастосунку;
- файл `core/graph/whentrade-graph.py` – містить логіку оркестрації агентів.

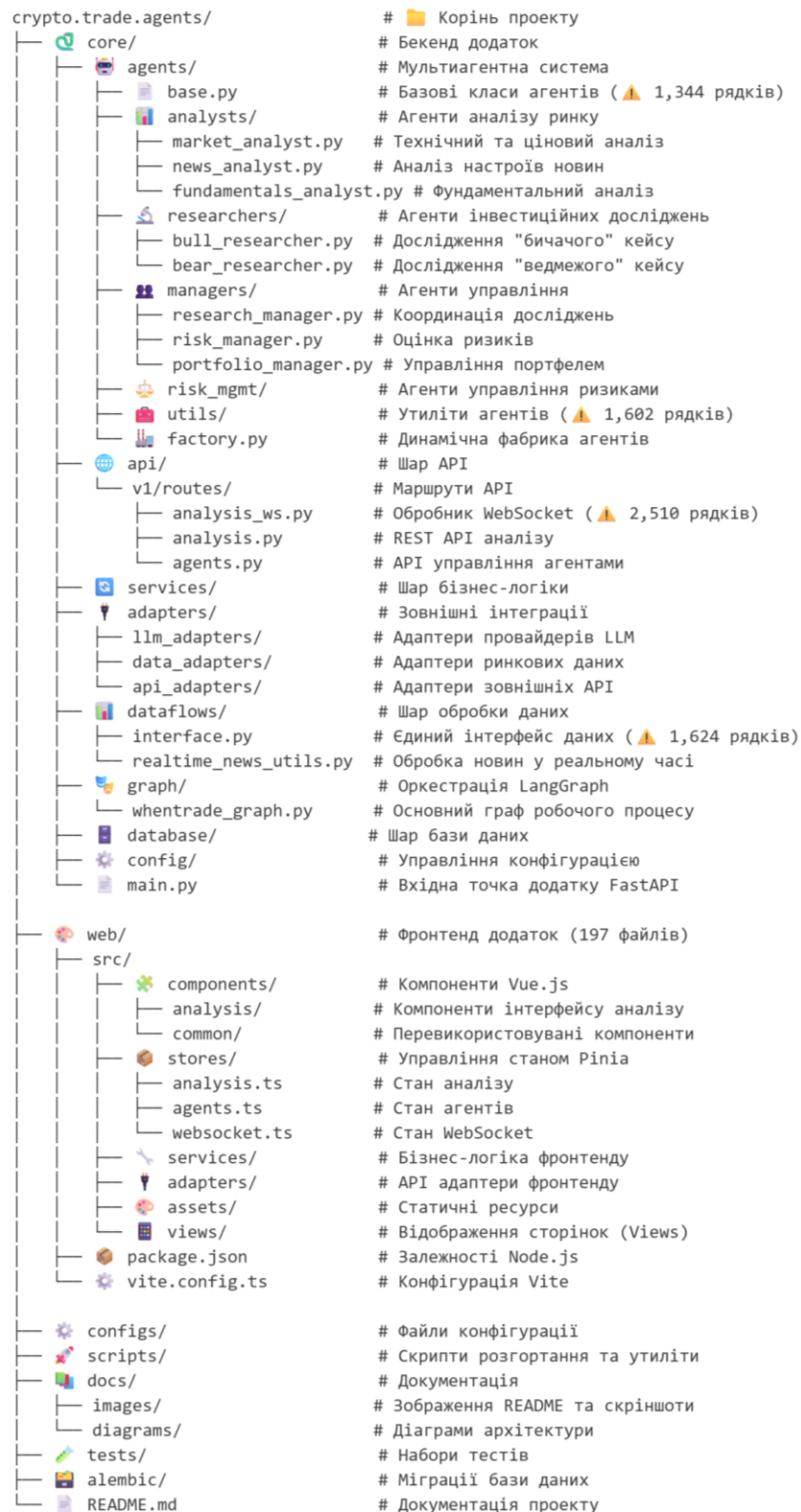


Рисунок Г.2 – Структура репозитарію

**Додаток Д**  
**Світлини наукових публікацій за результатами кваліфікаційної роботи**  
**магістра**

Міністерство освіти і науки України  
Хмельницький національний університет



**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**  
за матеріалами XVII Всеукраїнської науково-практичної конференції  
«Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2025»

*14-15 листопада 2025*

Хмельницький 2025

<b>Сиротенко Д.А., Троць В.В., Анікін В.А.</b> Ризики використання штучного інтелекту з перспективи кібербезпеки та захисту інформації.....	377
<b>Скрипнюк О.Ю., Манзюк Е.А., Багрій Р.О., Петровський С.С.</b> Метод виявлення трасувальних зв'язків між вимогами та програмним кодом із використанням великих мовних моделей.....	380
<b>Соколовський В.С., Манзюк Е.А.</b> Метод класифікації патологій листя рослин на основі згорткових нейронних мереж.....	385
<b>Старостенко К.В.</b> Аналіз ефективності методів машинного навчання для виявлення мережевих атак типу DDoS.....	390
<b>Стецюк П.П., Форкун Ю.В.</b> Метод удосконаленого модульного проектування агентно-орієнтованих програмних систем з підтримкою розширюваності та повторного використання.....	393
<b>Тимофієв І.А., Мазурець О.В.</b> Нейромережевий підхід до виявлення депресивних патернів за аналізом текстового контенту цифрових сервісів у закладах освіти.....	395
<b>Тростянецький Н.О., Кльоц Ю.П., Калій К.В., Откидач В.В.</b> Виявлення атак типу «блокування IP через NAT» в публічних мережах.....	405
<b>Трохимчук О.В., Пасічник О.А., Поплавська О.А., Міхалевський В.Ц.</b> Підхід до оцінювання відповідності хештегів коротким текстам засобами NLP ...	409
<b>Філюк Є.В., Джулій В.М.</b> Метод безпеки криптоактивів на основі технології багатосторонніх обчислень ...	413
<b>Футорний Р.В., Медведчук Н.К.</b> Дослідження виявлення кібератак в Агро-ІОТ з використанням аналізу енергоспоживання.....	417
<b>Цицьвіра І.О., Радюк П.М., Скрипник Т. К.</b> Метод агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют з використанням великих мовних моделей.....	421
<b>Червончук І.С.</b> Аналіз методів та засобів виявлення логів у програмному забезпеченні.....	425

УДК 004.8:336.76

Ціцьвіра І.О., Радюк П.М., Скрипник Т. К.

*Хмельницький національний університет***МЕТОД АГЕНТНО-ОРІЄНТОВАНОГО АНАЛІЗУ РИНКУ КРИПТОВАЛЮТ  
З ВИКОРИСТАННЯМ ВЕЛИКИХ МОВНИХ МОДЕЛЕЙ**

*Запропоновано новий експериментальний метод агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют, що використовує спільноту великих мовних моделей (LLM) для імітації реальних торгових процесів. Система включає спеціалізованих LLM-агентів, які виконують ролі аналітиків новин, ринкових даних та соціальних мереж. Ключовим елементом є механізм дебатів між агентами-«биками» та «ведмежками», що забезпечує збалансовану оцінку ринкової ситуації. Такий підхід дає можливість проводити комплексний аналіз ринкової інформації, враховуючи як кількісні, так і якісні чинники, створюючи більш адаптивні та інтелектуальні системи автоматизованої торгівлі, що підвищує точність та обґрунтованість прийняття торгових рішень.*

*This work proposes a novel experimental method for agent-oriented analysis of the cryptocurrency market, leveraging a community of Large Language Models (LLMs) to simulate real-world trading processes. The system comprises specialized LLM agents assigned to roles such as news, market data, and social media analysis. A key feature is a dialectical debate process between "bull" and "bear" researcher agents to ensure a balanced market assessment. This approach enables an analysis by integrating both quantitative data and qualitative factors, aiming to create more adaptive and intelligent automated trading systems, thereby improving the accuracy and rationale behind trading decisions.*

Спостерігається значний прогрес у автоматизації завдань завдяки застосуванню мультиагентних систем на основі великих мовних моделей (LLM). Однак дослідження у фінансовій галузі були спрямовані переважно на одноагентні архітектури чи фреймворки з незалежним збором даних. Відтак, потенціал мультиагентних систем для моделювання колаборативної динаміки, що є властивою реальним торговим процесам, залишається нерозкритим [1].

Автономні агенти на базі LLM втілюють трансформаційний підхід до прийняття рішень, відтворюючи повсякденні та робочі процеси у різноманітних застосунках. Одним із ключових напрямів є фінансові та криптовалютні ринки – системи виняткової складності [2], що зазнають впливу численних чинників: від фундаментальних показників компаній і ринкових настроїв до технічних індикаторів та макроекономічних подій [3].

Традиційні алгоритмічні торгові системи не можуть повною мірою охопити складну взаємодію цих факторів. Натомість LLM демонструють високу ефективність в обробці даних природної мови, що робить їх незамінними для

аналізу новин чи настроїв у соціальних мережах. Водночас системи глибокого навчання мають суттєвий недолік – низьку пояснюваність, оскільки їхні рішення ґрунтуються на прихованих ознаках, які складно інтерпретувати [4]. Новітні LLM-підходи відкривають можливості для подолання цих обмежень, створюючи системи пояснюваного ШІ, де рішення підкріплені прозорим обґрунтуванням [5].

Метою цього дослідження є підвищення точності прийняття торгових рішень через впровадження нового методу агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют на основі великих мовних моделей. Розроблення та впровадження методу агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют даємо змогу отримати кращі результати під час прийняття торгових рішень через комплексний аналіз ринкової інформації та створення більш адаптивних та інтелектуальних систем автоматизованої торгівлі криптовалютами.

Розроблений метод визначає шість різних ролей агентів, натхненних структурою реальних торгових процесів (рис. 1).

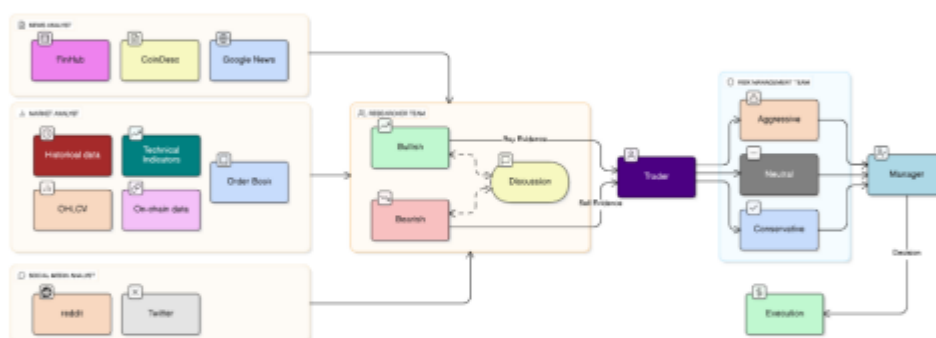


Рисунок 1 – Блок схема роботи інформаційної системи на основі запропонованого методу агентно-орієнтованого аналізу крипторинку

Команда аналітиків складається зі спеціалізованих агентів, відповідальних за збір та аналіз різних типів ринкових даних:

– аналітики постів обробляють великі обсяги постів у соціальних мережах та оцінюють ринкові настрої для прогнозування впливу колективної поведінки інвесторів на ціни у короткостроковій перспективі;

– аналітики новин аналізують новинні статті, урядові оголошення та макроекономічні індикатори для оцінювання макроекономічного стану ринку;

– технічні аналітики аналізують on-chain дані, дані про актуальну та історичні ціни, OHLCV, релевантні технічні індикатори, такі як MACD та RSI, для прогнозування майбутніх рухів цін.

Команда дослідників відповідає за критичну оцінку інформації через кількох раундів дебатів:

– “дослідники-біки” агітують за інвестиційні можливості, підкреслюючи позитивні індикатори та потенціал зростання;

– “дослідники-ведмеді” зосереджуються на потенційних негативних аспектах, ризиках та несприятливих ринкових сигналах.

Через діалектичний процес дебатів команда дослідників прагне досягти збалансованого розуміння ринкової ситуації. Дослідження показують, що різноманітність думок та структуровані дебати між агентами значно покращують якість рішень у мультиагентних системах [6].

Агенти-трейдери відповідають за формування торгових рекомендацій на основі комплексного аналізу команди аналітиків та нюансованих перспектив команди дослідників. Вони оцінюють синтезовану інформацію для визначення оптимальних торгових дій, включаючи час та розмір угод.

Переважаючі наявні агенти (фреймворки) на основі LLM використовують природну мову як основний комунікаційний інтерфейс. Однак покладання виключно на природну мову часто виявляється недостатнім для вирішення складних, довгострокових завдань. Щоб вирішити це обмеження, метод використовує структурований підхід до комунікації, натхненний фреймворком MetaGPT [7].

Всі агенти в рамках методу слідує фреймворку підказок ReAct (Reasoning and Acting), який синергізує обґрунтування та дії. Фреймворк ReAct, запроваджений у 2022 році, дає змогу LLM генерувати як вербальні сліди обґрунтування, так і специфічні дії для завдань [8]. ReAct працює ітеративно через послідовність кроків Думка-Дія-Спостереження. Стан середовища є спільним та моніториться агентами, що дає змогу їм виконувати контекстно-відповідні дії. Цей дизайн забезпечує колаборативний, динамічний процес прийняття рішень, що відображає реальні торгові процеси.

Центральною інновацією в архітектурі LLM-агентів є впровадження систем багаторівневої пам'яті, розроблених для відображення людської когнітивної пам'яті [9].

Наприклад, TradingGPT використовує тривірневу ієрархію пам'яті де кожен рівень керується користувацькою функцією згасання, яка математично визначається для забезпечення, що агенти фокусуються на найбільш релевантних даних для поточних ринкових умов. Багаторівнева структура пам'яті дає змогу агенту пріоритизувати інформацію, зосереджуючись на даних, найбільш релевантних для поточних ринкових умов [10].

У підсумку, запропонований метод вирішує ключові обмеження наявних підходів, симулюючи процеси мультиагентного прийняття рішень, що властиві професійним торговим командам. Створена на основі запропонованого методу інформаційна система включає спеціалізованих агентів та використовує гібридний підхід до комунікації: поєднання структурованих виходів для контролю з діалогом природною мовою для ефективних дебатів, що забезпечує точність і гнучкість. Важливою перевагою є висока пояснюваність завдяки природномовним

обґрунтуванням дій. Отже, впровадження методу дає можливість створювати адаптивні інтелектуальні системи автоматизованої торгівлі, які досягають кращих результатів через симуляцію динамічного колаборативного середовища та комплексний аналіз ринку.

#### Перелік посилань

1. A comprehensive review on financial explainable AI / W. J. Yeo et al. *Artificial Intelligence Review*. 2025. Vol. 58, no. 6. P. 189. URL: <https://doi.org/10.1007/s10462-024-11077-7> (date of access: 15.10.2025).
2. Shupta A., Radiuk P., Krak I. Feature computation procedure for fake news detection: An LLM-based extraction approach. *Proceedings of the 6th International Workshop on Intelligent Information Technologies & Systems of Information Security (IntelITSIS 2025) : CEUR-Workshop Proceedings, Khmelnytskyi, 4 April 2025. Aachen, 2025. P. 112–124. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3963/paper10.pdf> (date of access: 10.10.2025).*
3. Toward explainable deep learning in healthcare through transition matrix and user-friendly features / O. Barmak et al. *Frontiers in Artificial Intelligence*. 2024. Vol. 7. P. 1482141. URL: <https://doi.org/10.3389/frai.2024.1482141> (date of access: 28.09.2025).
4. CryptoTrade: a reflective LLM-based agent to guide zero-shot cryptocurrency trading / Y. Li et al. *Proceedings of the 2024 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing, Miami, FL, USA, 12–16 November 2024. Stroudsburg, PA, USA, 2024. P. 1094–1106. URL: <https://doi.org/10.18653/v1/2024.emnlp-main.63> (date of access: 13.10.2025).*
5. FinMem: A performance-enhanced LLM trading agent with layered memory and character design / Y. Yu et al. *IEEE Transactions on Big Data*. 2025. P. 1–18. URL: <https://doi.org/10.1109/TBDATA.2025.3593370> (date of access: 15.10.2025).
6. Radiuk P. Application of a genetic algorithm to search for the optimal convolutional neural network architecture with weight distribution. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences*. 2020. Vol. 281, no. 1. P. 7–11. URL: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2020-281-1-7-11> (date of access: 30.09.2025).
7. MetaGPT: meta programming for A multi-agent collaborative framework / S. Hong et al. Ithaca, NY, USA : Cornell University, 2024. 29 p. (Preprint. Cornell University ; 2308.00352). URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2308.00352> (date of access: 14.10.2025).
8. ReAct: synergizing reasoning and acting in language models / S. Yao et al. Ithaca, NY, USA : Cornell University, 2024. 33 p. (Preprint. Cornell University ; 2210.03629). URL: <https://arxiv.org/abs/2210.03629> (date of access: 15.10.2025).
9. TradingAgents: multi-agents LLM financial trading framework / Y. Xiao et al. Ithaca, NY, USA : Cornell University, 2025. 38 p. (Preprint. Cornell University ; 2412.20138). URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2412.20138> (date of access: 15.10.2025).
10. TradingGPT: multi-agent system with layered memory and distinct characters for enhanced financial trading performance / Y. Li et al. Ithaca, NY, USA : Cornell University, 2023. 7 p. (Preprint. Cornell University ; 2309.03736). URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2309.03736> (date of access: 15.10.2025).



Міністерство освіти і науки України  
Хмельницький національний університет



## СЕРТИФІКАТ

**Ціцвіра Імір Олегович**

учасник XVII Всеукраїнської науково-практичної конференції  
«Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2025»  
24 години участі (0,8 ECTS credits)

Голова оргкомітету АПКН-2025

**Олег СИНЮК**

проректор Хмельницького національного  
університету з наукової роботи,  
доктор технічних наук, професор

м. Хмельницький  
14-15 листопада 2025

E-mail: [apkt.khnu@gmail.com](mailto:apkt.khnu@gmail.com)

## Додаток Е

### Презентаційний матеріал

Кваліфікаційна робота магістра

# Метод агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют з використанням великих мовних моделей

Виконав: Ціцьвіра Імір Олегович, група КНМ-24-1

Керівник: Радюк Павло Михайлович, доцент кафедри КН

Хмельницький національний університет, 2025



## Актуальність

Ринок криптовалют характеризується високою волатильністю та динамічністю, що ускладнює процес прийняття інвестиційних рішень. Традиційні методи технічного аналізу часто виявляються недостатньо ефективними в умовах інформаційного шуму та впливу новинного фону.

Сучасні великі мовні моделі (LLM) демонструють значний потенціал в обробці неструктурованих даних, проте їхнє використання як окремих інструментів обмежене проблемами «галюцинацій» та браком критичного мислення.

У цьому контексті актуальним є розроблення методу, який поєднує аналітичні можливості LLM із мультиагентною архітектурою, що імітує роботу професійної інвестиційної команди через механізми спеціалізації, дебатів та багаторівневої верифікації рішень.



## Мета та задачі

**Метою** кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності прийняття торгових рішень на криптовалютному ринку через проєктування та інтеграцію методу агентно-орієнтованого аналізу з використанням великих мовних моделей на основі багатоагентної архітектури.



**Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі завдання:**

1. Проаналізувати наявні підходи до автоматизованого інвестиційного аналізу криптоактивів із використанням багатоагентних систем та LLM.
2. Спроєктувати метод агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют із використанням великих мовних моделей.
3. Розробити агентів-аналітиків для обробки ринкових даних та соціального настрою з використанням спеціалізованих інструментів.
4. Виконати програмну реалізацію методу агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют у вигляді вебзастосунку.
5. Провести експериментальне дослідження ефективності запропонованого методу на історичних та реальних даних, а також порівняти результати з традиційними стратегіями.

## Наукова новизна

Спроєктовано метод агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют із використанням великих мовних моделей, який відрізняється від аналогів інтеграцією класичних підходів трейдингу з аналізом настроїв (sentiment-based) та використанням механізму структурованих дебатів, що дає змогу здійснювати колективне прийняття торгових рішень на основі багатовимірного аналізу ринкової інформації через систему спеціалізованих агентів штучного інтелекту та забезпечує детальне текстове пояснення логіки прийнятих рішень та підвищує їхню обґрунтованість.



## Ключові виклики

Розуміння цих проблем є критичним для розробки стійкого аналітичного інструменту.

### Висока волатильність

Різкі та непередбачувані коливання цін створюють значні ризики і потребують швидкої адаптації стратегій.

### Регуляторна невизначеність

Відсутність єдиних міжнародних правил створює правову нестабільність та інвестиційні ризики.

### Інформаційна асиметрія

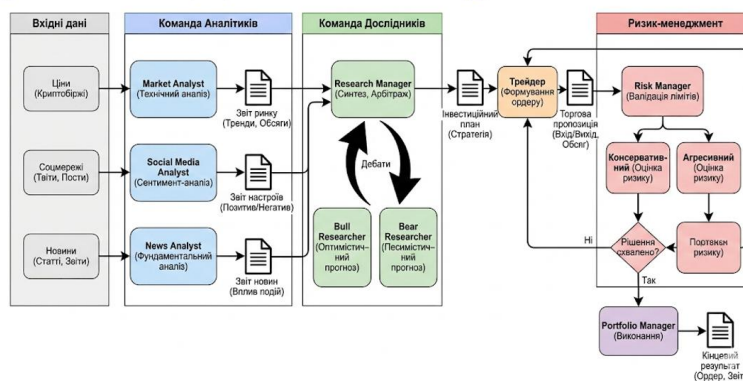
Значний вплив соціальних мереж, інфлюенсерів та FOMO/FUD, що ускладнює об'єктивний аналіз.

### Психологічний фактор

Емоційні реакції інвесторів (страх, паніка, жадібність) часто призводять до ірраціональних торгових рішень.

## Архітектура агентно-орієнтованого методу аналізу ринку

Метод імітує структуру та взаємодію професійної аналітичної групи.



### Синергія команди

Спеціалізовані агенти паралельно обробляють різні типи даних та розділяють виконання задачі між собою.



### Механізм дебатів

Агенти проводять структуровані дискусії, виявляючи сильні та слабкі сторони інвестиції.



### Баланс та ризик

Остаточне рішення коригується агентами Ризик-менеджерами для оптимального співвідношення ризику та винагороди.

## Етапи роботи методу

1

### 1. Збір та Аналіз

Паралельний збір даних агентами Market, Social Media та News.

2

### 2. Інвестиційні Дебати

Структурована дискусія між Bull та Bear Researcher для виявлення упереджень.

3

### 3. Торгове Рішення

Агент-Треjder синтезує аргументи та формує початковий план.

4

### 4. Оцінка Ризиків

Обговорення плану трьома аналітиками ризиків (Risky, Safe, Neutral).

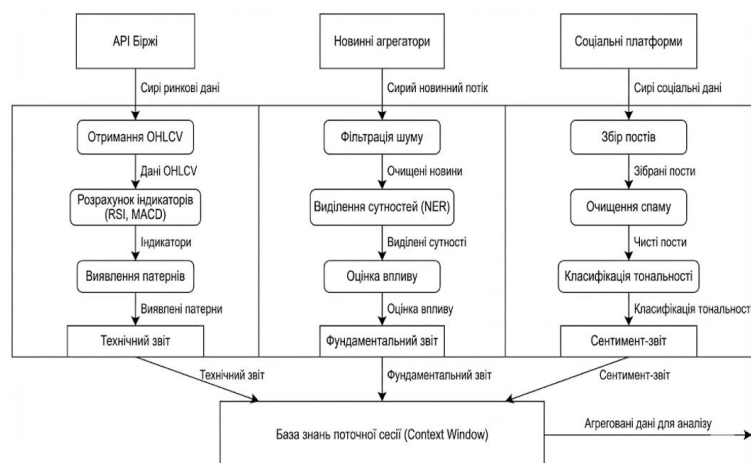
5

### 5. Фінальна Рекомендація

Portfolio Manager інтегрує всі результати та видає кінцеву інвестиційну пораду.

## Архітектура команди аналітиків

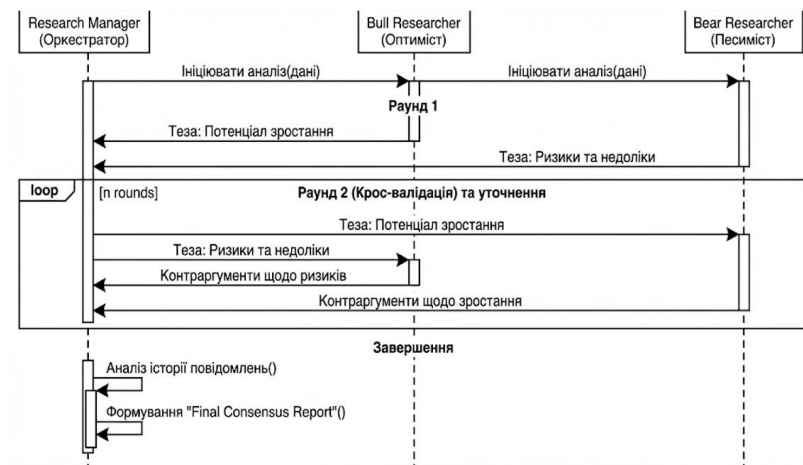
Команда аналітиків складається зі спеціалізованих агентів, відповідальних за збір та аналіз різних типів даних. Кожен агент зосереджується на конкретному аспекті ринкового аналізу, об'єднуючи результат у комплексне бачення ринкових умов.



## Архітектура команди інвестиційних дослідників

Команда дослідників відповідає за критичну оцінку інформації, наданої командою аналітиків.

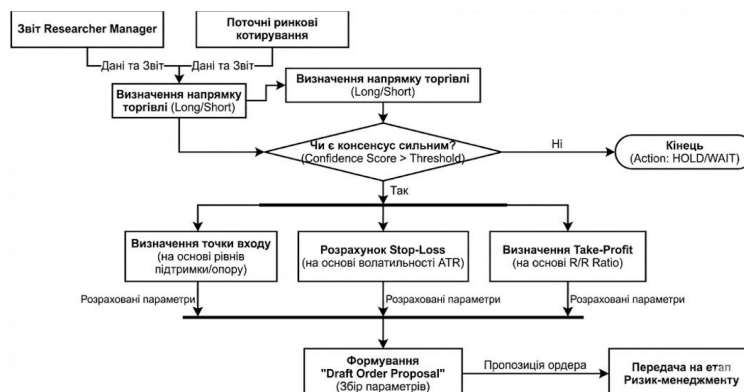
Складається з агентів, які приймають як бичачі, так і ведмежі перспективи, вони беруть участь у кількох раундах дебатів для оцінки потенційних ризиків та переваг інвестиційних рішень.



## Архітектура агента-трейдера

Агент-трейдер відповідає за формування торгових рекомендацій на основі комплексного аналізу, наданого командою аналітиків, та звітів команди інвестиційних дослідників.

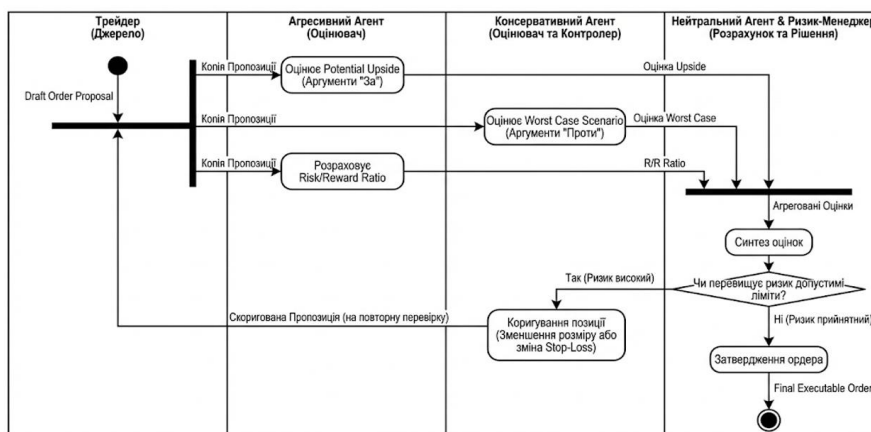
Він оцінює синтезовану інформацію, враховуючи як кількісні дані, так і якісні висновки, для визначення оптимальних торгових дій.



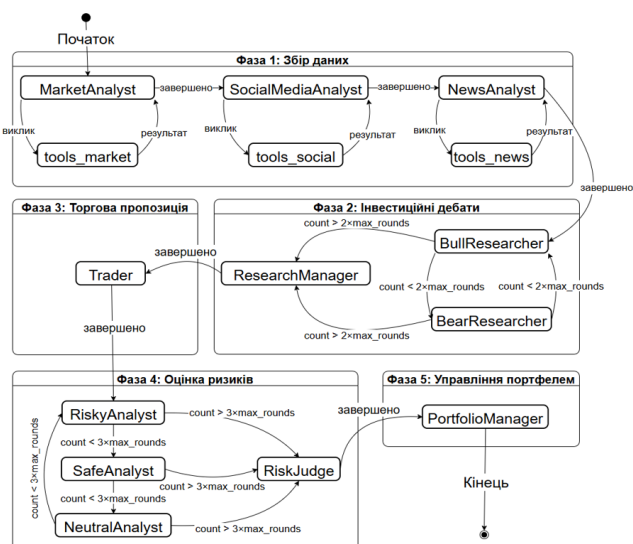
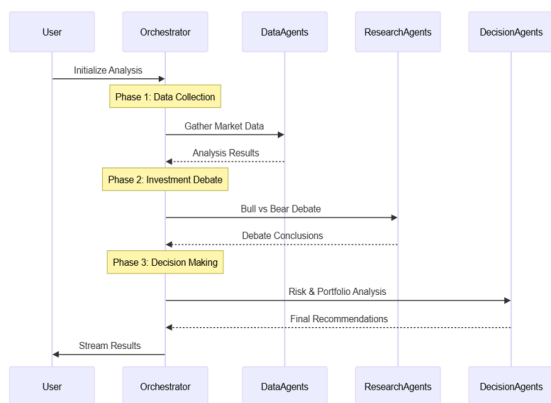
## Архітектура команди ризик-менеджменту

Команда ризик-менеджменту контролює та управляє експозицією різних ринкових ризиків.

Ці агенти постійно оцінюють профіль ризику портфеля, забезпечуючи, щоб торгова діяльність залишалася в межах попередньо визначених параметрів ризику та відповідала регуляторним вимогам.



## Схема алгоритму роботи методу



## Переваги методу



### Комплексність аналізу

Перехід від монолітного підходу до багатоаспектного аналізу, що охоплює фундаментальні, технічні та сентиментальні фактори одночасно.



### Прозорість рішень

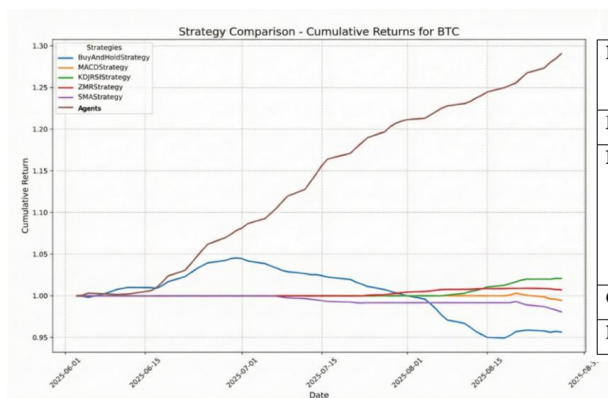
П'ятифазна архітектура забезпечує логічну послідовність та прозорість, дозволяючи відстежити, як було прийнято кожне рішення.



### Балансування перспектив

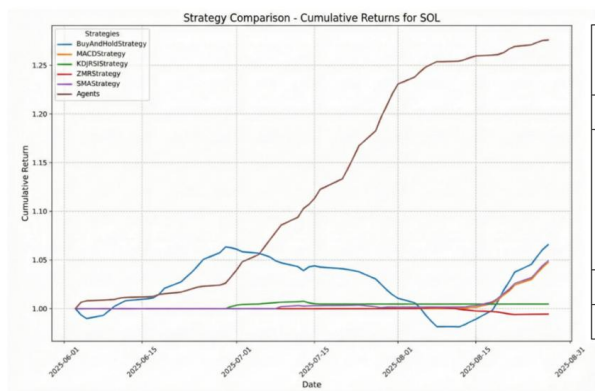
Механізм дебатів між агентами мінімізує когнітивні упередження та галюцинації, забезпечуючи об'єктивний та всебічний погляд.

## Результати експериментального тестування



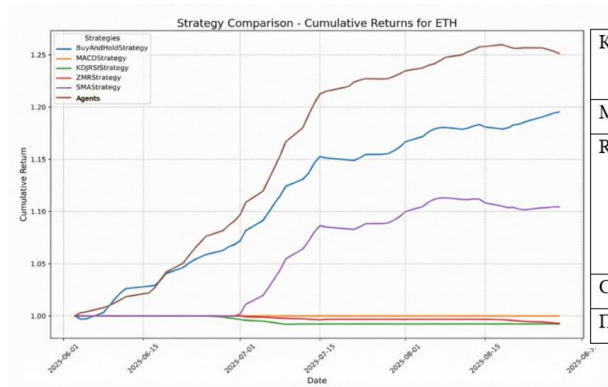
Категорія	Стратегія	BTC			
		CR(%)	ARR(%)	SR(%)	MDD(%)
Market	B&H	-5,23	-5,09	-1,29	11,90
Rule-base	MACD	-1,49	-1,48	-0,81	4,53
	KDJ+RSI	2,05	2,07	1,64	1,09
	ZMR	0,57	0,57	0,17	0,86
	SMA	-3,20	-2,97	-1,72	3,67
Custom	Agents	26,62	30,05	8,21	0,91
Покращення		25,57	28,43	6,57	-

## Результати експериментального тестування



Категорія	Стратегія	SOL			
		CR(%)	ARR(%)	SR(%)	MDD(%)
Market	B&H	7,78	8,09	1,35	13,04
Rule-base	MACD	6,20	6,26	2,31	1,22
	KDJ+RSI	0,40	0,40	0,02	1,58
	ZMR	-0,58	0,58	2,12	2,34
	SMA	6,23	6,43	2,12	2,34
Custom	Agents	24,36	27,58	6,39	1,69
Покращення		16,58	19,49	4,26	-

## Результати експериментального тестування



Категорія	Стратегія	ETH			
		CR	ARR	SR	MDD
Market	B&H	17,1	17,6	3,53	3,80
Rule-base	MACD	-	-	-	-
	KDJ+RSI	-0,77	-0,76	-2,25	1,08
	ZMR	-0,77	-0,77	-2,45	0,82
	SMA	11,01	11,6	2,22	3,97
Custom	Agents	23,21	24,90	5,60	2,11
Покращення		6,10	7,30	2,07	-

## Висновки

Запропонований метод значно підвищує якість аналізу високодинамічних ринків криптовалют.

### Інтерпретованість

LLM забезпечують глибоке розуміння неструктурованих даних та інтерпретованість результатів, що недоступно класичним підходам.

### Структурованість

Впровадження п'ятифазної моделі прийняття рішень та механізму дебатів гарантує обґрунтованість рекомендацій.

### Інноваційність

Використання BVM дозволяє здійснювати колективне прийняття торгових рішень на основі багатовимірного аналізу ринкової інформації та інтегрувати класичні підходи аналізу з sentiment-based підходами.



# Дякую за увагу!

Контактна інформація: Ціцьвіра Імір Олегович

Хмельницький національний університет, 2025

# Anti-Plagiarism (UA) v-15.284 Educational

**The maximum coincidence with one document 8.0%**

Dictionaries check: en\_US, ru\_RU, ua\_UA. **Errors in the documents: 12%**

ID: 253233 Title: КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА на тему Метод агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют з використанням великих мовних моделей Added in a DB: 2025-12-16 Authors: Імір ЦІЦЬВІРА Heads: Павло РАДЮК Consultants: Opponents:	Document		Sum coincidence on the DB	
	Symbols	Lexemes	Symbols	Lexemes
	146649	1089	13903 (9%)	118 (11%)

## Plagiarism sources

ID	Description	Plagiarism presence in the document	
		Symbols	Lexemes

## Протокол аналізу звіту подібності науковим керівником

Заявляю, що я ознайомився (-лась) з Повним звітом подібності, який був згенерований Системою виявлення і запобігання плагіату щодо роботи:

**Автор:** Імір ЦІЦЬВІРА

**Співавтор:**

**Назва:** КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА на тему Метод агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют з використанням великих мовних моделей

**Науковий керівник:** Павло РАДЮК, док. філ., доцент кафедри КН

**Підрозділ:** Кафедра комп'ютерних наук

**Коефіцієнт подібності 1:** 1.8%

**Коефіцієнт подібності 2:** 0.4%

**Мікропробіли:** 0

**Заміна букв:** 6

**Інтервали:** 0

**Білі знаки:** 1

**Дата створення звіту:** 2025-12-16 10:31:14.0

Після аналізу Звіту подібності констатую наступне:

Запозичення, виявлені в роботі є законними і не є плагіатом. Рівень подібності не перевищує допустимої межі. Таким чином робота незалежна і приймається.

Запозичення не є плагіатом, але перевищено граничне значення рівня подібностей. Таким чином робота повертається на доопрацювання.

Виявлено запозичення і плагіат або навмисні текстові спотворення (маніпуляції), як передбачувані спроби укриття плагіату, які роблять роботу невідповідною вимогам законодавства (Ст. 32. ЗУ Про вищу освіту, пункт 3.1, Ст. 42. ЗУ Про освіту) та вимог НАЗЯВО (Критерій 5), а також кодексу етики і процедур. Таким чином робота не приймається.

Обґрунтування:

2025-12-16

Дата

експерт

*Петровський Р.Р. [підпис]*

**РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК  
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ**

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Метод агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют з використанням великих мовних моделей

Автор: студент групи КНм-24-1 Ціцьвіра Імір Олегович

Спеціальність: 122 Комп'ютерні науки

Освітня програма: освітньо-професійна

Науковий керівник: док. філ., доцент кафедри КН Радюк П.М.

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	<b>відповідає</b>
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	

*Підтвердження:*

*Виявлені текстові збіги в роботі Іміра ЦІЦЬВІРИ не є плагіатом, оскільки мають фрагментарний характер, стосуються виключно оглядової частини, загальноживаної термінології та стійких мовних конструкцій, а також не стосуються безпосередньо авторських результатів, що одержані в результаті виконання кваліфікаційної роботи.*

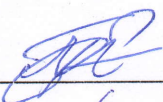
*Обсяг запозичень, що визначений системами виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає:*

*– за системою Anti-Plagiarism: 8.0%;*

*– за системою StrikePlagiarism: КП 1 – 1.8%, КП 2 – 0.4%.*

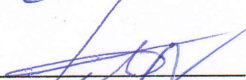
*Отже, знайдені запозичення є допустимими та відносяться до описаних вище і адресуються до першоджерел, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, свідчить на користь кваліфікаційної роботи.*

Керівник роботи



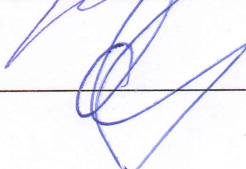
Павло РАДЮК

Гарант ОП



Руслан БАГРІЙ

Завідувач кафедри КН



Олександр БАРМАК



## ВІДГУК НАУКОВОГО КЕРІВНИКА

### на кваліфікаційну роботу магістра

студентки гр. КНМ-24-1 Ціцьвіри Іміра Олеговича  
за темою Метод агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют з використанням великих мовних моделей

#### 1. Актуальність теми

На сьогодні фінансові ринки, зокрема ринок криптовалют, характеризуються високою волатильністю та динамічністю через значний рівень інформаційного шуму, що робить традиційні методи технічного аналізу мало ефективними. Сучасні великі мовні моделі (LLM) демонструють значний потенціал в обробці неструктурованих даних, проте їхнє використання як самостійних інструментів обмежене проблемами «галюцинацій» та браком критичного мислення. Тому актуальним завданням є створення методів, які поєднують аналітичні можливості LLM із мультиагентною архітектурою та дають змогу імітувати роботу професійної інвестиційної команди через механізми спеціалізації та дебатів, що забезпечить підвищення точності прогнозів та детальне пояснення логіки прийняття торгових рішень.

#### 2. Відповідність роботи предметній області 122 Комп'ютерні науки та загальним вимогам наукових робіт

Відповідно до стандарту вищої освіти України спеціальності 122 Комп'ютерні науки, описом предметної галузі, об'єктом та предметом вивчення є математичні, інформаційні та імітаційні моделі реальних явищ, об'єктів, систем і процесів та методи й технології отримання, зберігання, обробки, передачі та використання інформації. Метою поданої роботи є підвищення ефективності прийняття торгових рішень на криптовалютному ринку через проектування методу, який забезпечує інтеграцію різномірних даних та колективне прийняття рішень спеціалізованими агентами штучного інтелекту на базі великих мовних моделей. Мету роботи досягнуто внаслідок використання методів, способів та алгоритмів розв'язання теоретичних і прикладних задач, що виникають у процесі проектування вказаного методу. Отже, кваліфікаційна робота магістра повністю відповідає спеціальності 122 Комп'ютерні науки.

#### 3. Професійні та особистісні якості магістранта

Під час виконання кваліфікаційної роботи магістра студент Імір Ціцьвіра проявив себе кваліфікованим фахівцем та дисциплінованим студентом, вчасно виконуючи поставлені завдання. Як у процесі розроблення прикладного програмного забезпечення, так і під час написання пояснювальної записки студент успішно засвоїв компетентності та результати навчання. Імір Ціцьвіра опанував професійні навички та компетентності, що повністю відповідають виконанню освітньо-професійної програми другого рівня вищої освіти «Магістр» за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки.

#### 4. Ступінь самостійності під час виконання кваліфікаційної роботи

Результати роботи та їхня обґрунтована практична значущість одержані та обумовлені студентом особисто внаслідок виконання ним усіх поставлених завдань.

## **5. Наукова новизна та оригінальність запропонованих підходів**

Результати КРМ отримані внаслідок застосування нового підходу до автоматизації торгових рішень на основі поєднання великих мовних моделей та мультиагентної архітектури. Запропонований Іміром Ціцьвірою метод відрізняється від наявних аналогів інтеграцією класичних стратегій трейдингу з аналізом соціальних настроїв та використанням унікального механізму структурованих дебатів між агентами. Це рішення доповнює наявні системи алгоритмічного трейдингу та забезпечує високий рівень інтерпретованості, надаючи детальне текстове обґрунтування логіки прийняття рішень.

## **6. Ступінь оволодіння методами дослідження**

У процесі проектування та програмної реалізації методу агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют з використанням великих мовних моделей студент Імір Ціцьвіра продемонстрував високий рівень компетентностей, умінь і навичок використання інструментарію інформаційних технологій.

## **7. Повнота та якість розкриття теми роботи**

Тема роботи розкрита, проте огляд відомих досліджень та існуючих рішень подекуди має реферативний характер без глибокого критичного аналізу. Поставлені завдання виконані, але теоретичне обґрунтування окремих архітектурних рішень могло бути більш деталізованим. Розроблений вебзастосунок для експериментального тестування над спроектованим методом загалом відповідає технічним вимогам спеціальності 122 Комп'ютерні науки.

## **8. Логічність, послідовність, аргументованість, літературна грамотність викладення матеріалу**

Матеріал пояснювальної записки викладено загалом послідовно, хоча зв'язок між теоретичними положеннями та практичною реалізацією місцями простежується нечітко. Аргументація вибору методів та засобів є формальною. Текст роботи відповідає нормам літературної мови, однак містить окремі стилістичні похибки та складні конструкції, що децю ускладнює сприйняття матеріалу.

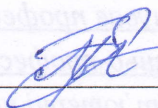
## **9. Можливість практичного застосування кваліфікаційної роботи, окремих її частин**

Запропонований метод та програмний продукт мають потенціал для застосування, проте на даному етапі можуть розглядатися переважно як прототип. Для реального використання в професійній діяльності фінансових аналітиків система потребує суттєвого доопрацювання, розширення функціонала та проведення більш масштабного тестування на реальних даних.

## **10. Висновок про можливість допуску кваліфікаційної роботи до захисту, на яку оцінку заслуговує робота**

З огляду на достатній рівень виконання та забезпечення всіх необхідних вимог, вважаю, що кваліфікаційна робота магістра Іміра Ціцьвіри може бути допущена до захисту. Рекомендована оцінка – «добре».

Керівник



док. філ., доцент кафедри КН Павло РАДЮК



## ВІДГУК ОПОНЕНТА

### на кваліфікаційну роботу магістра

студентки гр. КНм-24-1 Ціцьвіри Іміра Олеговича  
за темою: Метод агентно-орієнтованого аналізу ринку криптовалют з використанням великих мовних моделей

#### 1. Актуальність обраної теми

Ринок криптовалют є високодинамічним середовищем, де традиційні методи технічного аналізу часто демонструють обмежену ефективність через вплив неструктурованих інформаційних потоків. Використання великих мовних моделей (LLM) для обробки текстових даних є перспективним напрямом, проте потребує вирішення проблем верифікації згенерованого контенту та усунення "галюцинацій". Проктування методу, що поєднує можливості LLM із мультиагентною архітектурою для підвищення обґрунтованості торгових рішень, є актуальним науково-технічним завданням.

#### 2. Відповідність роботи предметній області 122 Комп'ютерні науки та загальним вимогам до наукових робіт

Кваліфікаційна робота відповідає стандарту спеціальності 122 Комп'ютерні науки. У роботі застосовано методи системного аналізу, проктування програмних систем та штучного інтелекту. Структура та зміст пояснювальної записки загалом відповідають вимогам нормативних документів щодо підготовки магістерських робіт.

#### 3. Повнота розкриття мети та завдань дослідження

Мету роботи досягнуто, поставлені завдання розв'язано. Автор провів аналіз предметної області, опрацював базу пов'язаних джерел, спроктував метод агентно-орієнтованого аналізу та виконав його програмну реалізацію у вигляді вебзастосунку. Експериментальна частина підтверджує працездатність запропонованого підходу.

#### 4. Наявність наукової новизни

Наукова новизна полягає у вдосконаленні методу аналізу ринку криптовалют через поєднання технічних індикаторів та сентимент-аналізу в межах мультиагентної системи на базі LLM. Запропоновано механізм структурованих дебатів між агентами, що сприяє підвищенню об'єктивності прийняття рішень та забезпечує інтерпретованість результатів.

#### 5. Зміст кожного розділу роботи

Зміст розділів відповідає темі, проте має певну нерівномірність у викладенні. У першому розділі наведено огляд літератури, однак аналіз конкурентних архітектур мультиагентних систем міг би бути детальнішим. Другий розділ описує проктування методу, але математичний опис взаємодії агентів подано децю схематично. Третій розділ висвітлює програмну реалізацію, проте обґрунтування вибору конкретного стека технологій є недостатньо глибоким. Четвертий розділ містить результати тестування, але статистична обробка отриманих даних представлена в спрощеному вигляді.

#### 6. Ступінь розкриття теми роботи

Тема розкрита на достатньому рівні. Автор продемонстрував розуміння принципів побудови агентних систем та роботи з LLM. Зокрема механізми

довгострокової пам'яті агентів реалізовані на доволі якісному рівні. Проте питання адаптації системи до різких змін ринкової кон'юнктури (так званих "чорних лебедів") розкриті поверхнево.

#### **7. Якість оформлення кваліфікаційної роботи**

Робота відповідає вимогам науково-технічного стилю написання, має чітку структуру та включає всі необхідні розділи, як от, перелік скорочень, вступ, огляд літератури, методологія, результати експериментів, висновки та перелік посилань. Кожен розділ повністю виконує своє функціональне призначення і має чіткий зміст. Використані джерела належно процитовані й включені до списку використаної літератури, відповідно до наукових стандартів цитування.

#### **8. Недоліки оформлення кваліфікаційної роботи**

В оформленні роботи присутні певні недоліки. Якість деяких ілюстрацій (зокрема, світлин інтерфейсу та графіків у розділі 4) є недостатньою для чіткого сприйняття деталей. Крім того, є незначні розбіжності в стилі оформлення підписів до рисунків та таблиць.

#### **9. Недоліки кваліфікаційної роботи**

У роботі присутні певні обмеження, які варто відзначити. Період експериментального тестування доцільно було б збільшити для більш комплексного підтвердження стійкості стратегії в умовах різних фаз ринкового циклу. Порівняльний аналіз результатів виграв би від зіставлення не лише з базовою стратегією Buy & Hold, а й з іншими сучасними алгоритмічними методами (наприклад, LSTM або Reinforcement Learning). Також бажаним було б проведення детальнішого аналізу економічної складової, зокрема врахування експлуатаційних витрат (вартості токенів LLM) та технічних затримок API. Проте зазначені зауваження не применшують загальної цінності дослідження. Робота має безперечний науковий потенціал, а запропонований метод відзначається практичною значущістю для подальшого розвитку систем автоматизованого аналізу ринків.

#### **10. Загальний висновок (допускається чи не допускається до захисту), та оцінка на яку заслуговує кваліфікаційна робота**

Кваліфікаційна робота магістра є цілісним та завершеним дослідженням, спрямованим на вирішення актуального науково-технічного завдання. Робота загалом відповідає вимогам, що висувуються до кваліфікаційних робіт освітнього ступеня «магістр», і може бути рекомендована до захисту. З огляду на висловлені побажання щодо розширення експериментальної бази та поглиблення економічного аналізу, робота заслуговує на оцінку «добре».

Опонент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи)

Ткачук Євгенівна Ткачуківна д.т.н., професор, професор  
кадр. кіс

«16» 12 2025 р.

(підпис)