

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МАРІУПОЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЕКОНОМІКО-ПРАВОВИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ**

До захисту допустити:
В.о. зав. кафедри



Ганна МАРТИНЮК

«26» грудня 2023 р.

**«СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ЗАДАЧ МОНІТОРИНГУ
ІНФОРМАЦІЇ НА РИНКУ КРИПТОВАЛЮТ»**

Кваліфікаційна робота
здобувача вищої освіти другого
(магістерського) рівня

освітньо-професійної програми
«Системний аналіз»

Жерлїцина Дмитра Михайловича

Науковий керівник:

Мартинюк Ганна Вадимівна,

кандидат технічних наук, доцент,

в.о. завідувача кафедри системного

аналізу та інформаційних технологій

Рецензент:

Гнатюк Сергій Олександрович,

д.т.н., професор, декан факультету

комп'ютерних наук та технологій

Національного

авіаційного

університету

Кваліфікаційна робота захищена

з оцінкою відмінно 100 (А)

Секретар ЕК



«16» січня 2024 р.

КИЇВ

2024

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота включає: 81 сторінці, 8 рисунків, 46 літературних джерела.

Мета кваліфікаційної роботи полягає у дослідженні особливостей та вдосконалення процесів моніторингу інформації на ринку криптовалют на основі сучасних методів системного аналізу та програмної інженерії, та створенні комплексу програмних шаблонів для підтримки реалізації інвестиційних стратегій щодо використання цифрових фінансових активів.

Об'єкт дослідження – методологія та процеси системного аналізу задач моніторингу інформації на ринку криптовалют.

Предмет дослідження – моделі, методи та інструменти системного аналізу задач моніторингу інформації на ринку криптовалют.

Методи дослідження: теоретичні дослідження у сфері системного аналізу, аналітичного програмування, інвестиційного менеджменту, систем аналітичної підтримки прийняття управлінських рішень (дата майнінг, дата сайнс тощо); методи та програмні засоби машинного навчання та оптимізаційного моделювання. Експериментальні дослідження засновані на реальних даних ринків криптовалют.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у формулюванні авторської концепції реалізації інструментів моніторингу інформації на ринку криптовалют на основі визначення ключових задач, економіко-математичних методів та розробки програмних інструментів з підтримки інвестиційних стратегій на ринку цифрових фінансових активів.

Практична цінність результатів полягає у розробці програмних шаблонів для збирання та обробки первинної інформації, прогнозування цін, а також моделювання процесів підтримки прийняття інвестиційних рішень, що базуються на методах машинного навчання, візуалізації даних та інших інструментах програмної інженерії.

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ, МОНІТОРИНГ, ІНФОРМАЦІЯ, РИНОК КРИПТОВАЛЮТ, МОДЕЛЮВАННЯ, АНАЛІТИЧНЕ ПРОГРАМУВАННЯ, ПРОГРАМНІ ШАБЛОНИ

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ В ЗАДАЧАХ МОНІТОРИНГУ ІНФОРМАЦІЇ НА РИНКУ КРИПТОВАЛЮТ	8
1.1. Ринок криптовалют: сутність, особливості та перспективи розвитку....	8
1.2. Система підтримки управлінських рішень щодо моніторингу інформації на ринку криптовалют.....	13
1.3. Ключові задачі та структура системи моніторингу інформації на ринку криптовалют.....	20
Висновки за розділом 1.....	25
РОЗДІЛ 2 ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ У СИСТЕМАХ МОНІТОРИНГУ ІНФОРМАЦІЇ НА РИНКУ КРИПТОВАЛЮТ.....	27
2.1. Огляд інструментів інтелектуального аналізу даних для моніторингу інформації на ринку криптовалют.....	27
2.2. Застосування методів машинного навчання для ефективного моніторингу інформації на ринку криптовалют	33
2.3. Інструменти аналітичного програмування задач моделювання та прогнозування ринкових показників	39
Висновки за розділом 2.....	50
РОЗДІЛ 3 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАДАЧ МОНІТОРИНГУ ІНФОРМАЦІЇ НА РИНКУ КРИПТОВАЛЮТ	53
3.1. Реалізація задач збирання та очищення даних в системі моніторингу інформації на ринку криптовалют.....	53
3.2. Реалізація задач прогнозування в системі моніторингу інформації на ринку криптовалют	59
3.3. Реалізація задач підтримки інвестиційних стратегій на ринку криптовалют.....	70
3.4. Напрямки вдосконалення системи моніторингу інформації на ринку криптовалют.....	76
Висновки за розділом 3.....	77
ВИСНОВКИ.....	79
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	81

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

Скорочення	Слово/словосполучення
БД	База даних
БЗ	База знань
МН	Машинне навчання
МПВР	Мова програмування високого рівня
ОПР	Особа, що приймає рішення
СППР	Система підтримки прийняття рішень
ШНМ	Штучна нейронна мережа

ВСТУП

У контексті сучасного розвитку ринку криптовалют, значно зросла роль інформаційних технологій у процесах прийняття інвестиційних рішень. Ринок криптовалют характеризується високою волатильністю та непередбачуваністю, що ставить перед інвесторами та аналітиками складні завдання аналізу та прогнозування. В цьому контексті виникає потреба в розробці та вдосконаленні систем підтримки прийняття інвестиційних рішень, які були забезпечені ефективним моніторингом інформації та аналітикою ринкових даних.

Одним з ключових аспектів у цій сфері є інтеграція методів системного аналізу та програмної інженерії, які дозволяють обробляти великі обсяги даних та видобувати з них цінну інформацію. Водночас, зростає потреба у розробці адаптивних алгоритмів, які могли б ефективно працювати в умовах швидкозмінних ринкових умов. Це створює певні виклики для розробників та аналітиків у сфері криптовалют, оскільки необхідно не тільки забезпечувати точність і надійність аналітичних інструментів, але й гарантувати їх гнучкість та масштабованість.

Проблематика невирішених питань у цій області охоплює різні аспекти: від збирання первинних даних та вибору алгоритмів машинного навчання для точного прогнозування ринкових трендів до розробки комплексних систем моніторингу, здатних оперативно реагувати на ринкові зміни. Особливу увагу слід звернути на аспекти безпеки та приватності даних у контексті криптовалют, оскільки це один з ключових чинників довіри та стабільності в сфері цифрових активів.

Таким чином, архітектура систем моніторингу інформації, орієнтованих на ринок криптовалют, повинна враховувати специфіку цієї сфери, постійно розвиватися та адаптуватися до змінних умов ринку, водночас забезпечуючи високий рівень безпеки та ефективності обробки інформації.

Мета кваліфікаційної роботи полягає у дослідженні особливостей та вдосконалення процесів моніторингу інформації на ринку криптовалют на основі сучасних методів системного аналізу та програмної інженерії, та створенні комплексу програмних шаблонів (patterns) для підтримки реалізації інвестиційних стратегій щодо використання цифрових фінансових активів.

З урахуванням вказаної мети в роботі поставлені та розв'язані наступні завдання:

дослідити сутність, ключові особливості та потенційні перспективи розвитку ринку криптовалют;

сформувати теоретичний підхід щодо побудови бази знань та моделей моніторингу інформації на ринку криптовалют;

провести синтез сучасних моделей та інструментальних засобів інтелектуального аналізу даних, які можуть бути використані для моніторингу інформації на ринку криптовалют;

розробити програмні шаблони збирання, аналізу, прогнозування показників та підтримки інвестиційних стратегій на ринку криптовалют.

Об'єкт дослідження – методологія та процеси системного аналізу задач моніторингу інформації на ринку криптовалют.

Предмет дослідження – моделі, методи та інструменти системного аналізу задач моніторингу інформації на ринку криптовалют.

Методи дослідження: теоретичні дослідження у сфері системного аналізу, аналітичного програмування, інвестиційного менеджменту, систем аналітичної підтримки прийняття управлінських рішень (дата майнінг, дата сайнс тощо); методи та програмні засоби машинного навчання та оптимізаційного моделювання. Експериментальні дослідження засновані на реальних даних ринків криптовалют.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у формулюванні авторської концепції реалізації інструментів моніторингу інформації на ринку криптовалют на основі визначення ключових задач, економіко-

математичних методів та розробки програмних інструментів з підтримки інвестиційних стратегій на ринку цифрових фінансових активів.

Практична цінність результатів полягає у розробці програмних шаблонів для збирання та обробки первинної інформації, прогнозування цін, а також моделювання процесів підтримки прийняття інвестиційних рішень, що базуються на методах машинного навчання, візуалізації даних та інших інструментів програмної інженерії.

Сфера застосування: розроблений теоретичний підхід та програмні шаблони можуть застосовуватися для проектування та створення автоматизованих систем моніторингу інформації на ринку криптовалют, а також індивідуальними інвесторами та розробниками програмних продуктів.

Результати, що представлені у кваліфікаційній роботі, доповідались на наукових конференціях НУБіП України (System analysis and modelling tools for cryptocurrency price forecasting, листопад 2023 р.) та опубліковані у міжнародному науковому фаховому виданні (Cryptocurrency market trends and fundamental economic indicators: correlation and regression analysis, 2021 р.)

Обсяг і структура роботи. Кваліфікаційна робота викладена на 80 сторінці, включає 8 рисунків та 46 літературних джерела.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ В ЗАДАЧАХ МОНІТОРИНГУ ІНФОРМАЦІЇ НА РИНКУ КРИПТОВАЛЮТ

1.1. Ринок криптовалют: сутність, особливості та перспективи розвитку

Ринок криптовалют є однією з найбільш динамічних і інноваційних сфер сучасної економіки, яка привертає увагу як інвесторів, так і науковців. З появою Bitcoin у 2009 році, цей ринок перетворився з нішевого сегмента у глобальне фінансове явище, яке руйнує традиційні поняття грошей та транзакцій. Суть криптовалют полягає у використанні криптографії для забезпечення безпеки транзакцій та контролю над створенням нових одиниць. На відміну від традиційних валют, криптовалюти є децентралізованими, що означає відсутність єдиного контролюючого органу, такого як центральний банк.

Особливістю ринку криптовалют є його висока волатильність. Ціни на криптовалюти можуть значно коливатися протягом короткого періоду, що створює як великі можливості для заробітку, так і значні ризики для інвесторів. Це обумовлено рядом факторів, включаючи регуляторні заяви, технологічні оновлення, ринкові настрої та глобальні економічні тенденції.

Наразі ринок криптовалют не обмежується лише Bitcoin. Існує тисячі інших криптовалют, кожна з яких має свої унікальні особливості та застосування. Ethereum, наприклад, відомий своїми смарт-контрактами, які автоматизують угоди та транзакції. Інші криптовалюти, такі як Ripple або Litecoin, намагаються вирішити певні проблеми, такі як швидкість транзакцій та масштабованість.

Перспективи розвитку ринку криптовалют є предметом гарячих дискусій. З одного боку, існує бачення, що криптовалюти можуть радикально змінити світ фінансів, забезпечивши більшу інклюзивність та доступність

фінансових послуг. З іншого боку, ряд експертів висловлюють побоювання стосовно регуляторних ризиків, потенційного використання криптовалют у нелегальних цілях та можливих бульбашок на ринку.

З урахуванням вищесказаного, дослідження ринку криптовалют вимагає комплексного підходу, який об'єднує економічний аналіз, технологічні інновації та регуляторні рамки. Важливим є також розуміння психології ринку та поведінки інвесторів, що значно впливають на цінові коливання та тренди на ринку.

Ринок криптовалют є однією з найбільш інноваційних та швидкозростаючих сфер сучасної економіки. За останнє десятиліття, цей ринок перетворився з нішевого явища у важливий елемент глобальної фінансової системи. Криптовалюти, як Bitcoin, Ethereum, Ripple та інші, привертають увагу як великих інституційних інвесторів, так і приватних осіб.

Bitcoin (BTC), перша та найбільш відома криптовалюта, була створена в 2009 році анонімною особою або групою під псевдонімом Satoshi Nakamoto. Як цифровий еквівалент золота, Bitcoin часто розглядається як "цифрове золото" через його обмежену кількість та спосіб "видобутку" через процес, відомий як майнінг. Bitcoin став популярним вибором для інвесторів як спосіб збереження вартості та хеджування проти інфляції, хоча його висока волатильність несе і значні ризики.

Ethereum (ETH), запущений у 2015 році, відрізняється від Bitcoin своєю спрямованістю на смарт-контракти, які автоматизують угоди та транзакції. Ethereum став основою для розробки децентралізованих додатків (dApps) та токенів стандарту ERC-20, що робить його не тільки криптовалютою, але й платформою для блокчейн-проектів.

Ripple (XRP) був створений як платіжна система для міжбанківських переказів. Ця криптовалюта використовується для прискорення та здешевлення транснаціональних платежів, забезпечуючи високу швидкість транзакцій і низькі комісії.

Binance Coin (BNB) є рідною криптовалютою однієї з найбільших криптовалютних бірж - Binance. Спочатку створена як токен на блокчейні Ethereum, вона була переведена на власний блокчейн Binance - Binance Chain. BNB часто використовується в рамках біржі для сплати комісій за транзакції, що забезпечує їй практичне застосування та підтримку вартості.

Solana (SOL) відрізняється високою швидкістю транзакцій та низькою вартістю газу, завдяки своїм інноваційним технологічним рішенням, таким як Proof of History (PoH). Це робить Solana привабливою для розробників dApps і DeFi проєктів. Її зростання та потенціал у майбутньому залежатимуть від прийняття і широти використання її екосистеми.

Tether (USDT) є однією з перших та найпопулярніших стейблкоїнів, ціна якого прив'язана до долара США. USDT використовується для забезпечення стабільності в умовах високої волатильності криптовалютних ринків, дозволяючи трейдерам та інвесторам уникати ризиків, пов'язаних з коливаннями цін на криптовалюти.

USD Coin (USDC) є ще одним популярним стейблкоїном, який також прив'язаний до долара США. Його випускається та контролюється набором фінансових компаній, забезпечуючи високий рівень довіри та прозорості. USDC широко використовується у транзакціях та як засіб зберігання вартості.

Аналізуючи динаміку обсягів торгів [44] різних криптовалют, можна виявити важливі закономірності та тенденції. Bitcoin, відомий своєю волатильністю та високими обсягами торгів, продовжує бути лідером у криптовалютному світі, відображаючи загальний настрій на ринку. Ethereum, з іншого боку, демонструє свою унікальність через зростання, яке частково обумовлене широким застосуванням смарт-контрактів та DeFi. Binance Coin, що пов'язаний з однією з найбільших бірж, показує стабільне зростання і може вважатися відображенням розвитку криптовалютної інфраструктури. На відміну від цих криптовалют, Tether, як стабілкоїн, підтримує більш стабільний курс, відіграючи ключову роль у забезпеченні стабільності в

торгівлі та зниженні ризику волатильності. Таким чином, обсяги торгів та цінова динаміка кожної криптовалюти надають цінну інформацію про їхній статус, роль на ринку та потенційні напрямки для інвестування.

Динаміка цін наведена на рис.1.1.

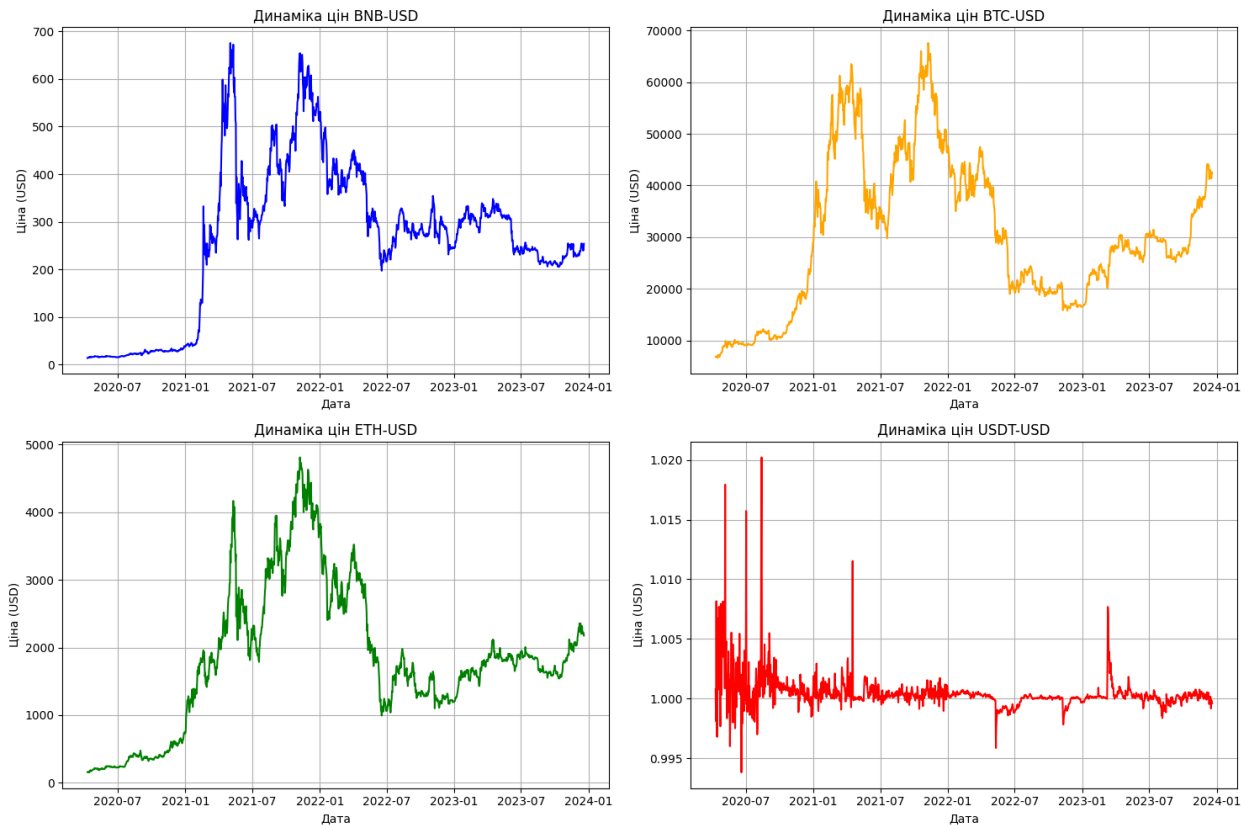


Рис.1.1. Динаміка цін на ключові криптовалютні активи*

* побудовано автором на основі даних [44]

Давайте проаналізуємо кожен графіків рис.1.1 окремо та оцінимо потенціал для інвестицій.

Bitcoin (BTC) продемонстрував сильний стрибок цін у 2021 році, після чого наступило деяке зниження. Він залишається найвідомішою та найбільш широко використовуваною криптовалютою з високою ліквідністю. Хоча Bitcoin піддається значним коливанням цін, його роль як "цифрового золота" та потенціал як засобу збереження цінності можуть робити його привабливим для довгострокових інвесторів.

Ethereum (ETH) також показав схожу до Bitcoin поведінку цін, з рекордними максимумами у 2021 році та подальшими коливаннями. Як основа для смарт-контрактів та децентралізованих додатків, Ethereum має сильний потенціал для зростання, оскільки індустрія блокчейн продовжує розвиватися. Це робить ETH цікавим активом для інвестицій, особливо в контексті децентралізованого фінансування та інших інноваційних блокчейн-проектів.

Ціна Binance Coin (BNB) показує значну волатильність, але загалом тренд залишається позитивним з помітним зростанням, особливо протягом 2021 року, після чого настає коригування. Це може вказувати на зростаючий інтерес до Binance як платформи та її екосистеми. Інвесторам може бути цікаво розглядати BNB як інвестиційний актив, що пов'язаний з однією з найбільших криптовалютних бірж, враховуючи її потенціал зростання з огляду на розвиток індустрії та участь у різноманітних блокчейн-проектах.

Tether (USDT), у свою чергу, є стабільною, що прагне зберігати паритет із доларом США. Його ціна відносно стабільна з незначними відхиленнями, що робить його менш привабливим для спекулятивних інвестицій, але корисним для зменшення ризику та забезпечення ліквідності в портфелі.

Кожна з цих криптовалют має свої унікальні особливості, які визначають їх потенціал як інвестиційного активу. Вибір між ними залежатиме від індивідуальної стратегії інвестування, толерантності до ризику, та інвестиційних цілей. Важливо зауважити, що криптовалютний ринок залишається високоволатильним та непередбачуваним, тому ретельне дослідження та диверсифікація є ключовими для зменшення потенційних ризиків.

Таким чином, криптовалюти надають унікальні можливості для приватних фінансових підприємців і підприємств, зокрема [19]:

Диверсифікація інвестиційного портфеля. Криптовалюти мають низьку кореляцію з традиційними активами, такими як акції та облігації, що робить їх привабливими для диверсифікації портфеля.

Хеджування проти інфляції. В умовах зниження купівельної спроможності традиційних валют, криптовалюти можуть виступати як захист від інфляції.

Можливість участі в новітніх технологічних проектах. Інвестиції в криптовалюти та блокчейн-проекти дають можливість бути частиною новітніх розробок і інновацій.

Підвищена доступність та відсутність географічних обмежень. Криптовалюти дозволяють здійснювати транзакції без кордонів, забезпечуючи високу доступність інвестицій для осіб з різних країн.

Водночас, інвестиції в криптовалюти несуть і значні ризики, пов'язані з волатильністю ринку, регуляторними змінами, потенційними безпековими вразливостями та відсутністю традиційних гарантій. Тому вкрай важливо підходити до інвестицій у цю сферу з обережністю та враховувати всі потенційні ризики.

Перспективи розвитку ринку криптовалют залишаються предметом активних дебатів. З одного боку, інноваційний потенціал та швидке зростання цієї сфери вказують на великі можливості. З іншого боку, нестабільність, регуляторні виклики та технологічні ризики вказують на необхідність ретельного аналізу та обачного підходу до інвестицій у криптовалюти.

1.2. Система підтримки управлінських рішень щодо моніторингу інформації на ринку криптовалют

Процеси збору, обробки, використання та передачі інформації є критично важливими для ефективного управління і стратегічного планування в сфері криптовалют. Управління інвестиціями в цьому секторі представляє

собою складну задачу, яка потребує високоякісної та актуальної інформації. Така інформація є життєво важливою для широкого кола зацікавлених сторін, включаючи інвесторів, трейдерів, аудиторів, контрагентів, регуляторів і фінансові установи, кожен з яких має свої вимоги до якості та обсягу інформації.

Для прийняття обґрунтованих управлінських рішень у сфері криптовалют необхідно ґрунтовно аналізувати надійну та релевантну інформацію. Це стає фундаментом для прогнозування, планування інвестиційних операцій і ефективного управління в більш широкому контексті економічної діяльності [21].

Розвиток інформаційних технологій привів до збільшення обсягів інформації, з якими потрібно працювати, та підвищив вимоги до систем підтримки управлінських рішень, особливо в контексті ринку криптовалют. Економічна інформація в цій сфері вимагає не тільки розуміння внутрішніх залежностей в інвестиційній підсистемі, але й активного застосування автоматизованих систем для управління з урахуванням зовнішніх ринкових чинників. [10; 14; 41].

Таким чином, реалізація моделей та методів системного аналізу та програмної інженерії у системи управління криптовалютами є ключовим для підтримки ефективних управлінських рішень. Це передбачає глибоке розуміння принципів фінансової інформації та особливостей функціонування інформаційних систем, які забезпечують управління інвестиційними операціями на глобальному ринку криптовалют.

Фінансова інформація, яка охоплює дані щодо інвестиційної діяльності, є ключовою для інтеграції різноманітних даних і розуміння унікальних аспектів різних управлінських об'єктів. При створенні інвестиційних планів та проведенні планових регулюючих заходів, важливо використовувати фінансові дані, бухгалтерську інформацію та макроекономічні тренди. Внутрішня інформація, включаючи всі потенційно важливі дані, відіграє значну роль у підтримці управлінських рішень в сферах фінансів та

інвестицій, допомагаючи досягнути бажаного рівня прибутку та знизити ризики. Зовнішні інформаційні ресурси, які мають значну цінність, включають офіційні нормативні акти, дані про основні тенденції на фінансових ринках, а також статистичні дані щодо глобального та національного соціально-економічного розвитку. Застосування принципів повноти та достатності інформації є фундаментом для ефективного функціонування систем підтримки управлінських рішень **[Ошибка! Источник ссылки не найден.; 12]**.

Розбіжності у даних різних видів обліку можуть призвести до неправильного розуміння суті реальних фінансових операцій та обмежень у використанні управлінських заходів у системі підтримки управлінських рішень. Тому принцип порівнянності даних є ключовим у створенні сучасної інформаційно-аналітичної системи. Реалізація цього принципу передбачає вимогу до неперервності та порівнянності інформації у часі та просторі, що зазвичай втілюється через вимоги до відповідної бази даних. Однак, недотримання цих принципів може перешкоджати ефективному використанню моделей та інструментів програмної інженерії [8].

Проблеми з впровадженням принципів інформаційно-аналітичного забезпечення функцій системи підтримки управлінських рішень ускладнюються через недосконалість нормативно-правового регулювання. Наприклад, різні трактування фінансових законів, протиріччя між офіційними податковими роз'ясненнями та судовими рішеннями, а також різноманітність публічної інформації, можуть створювати додаткові ризики. Це включає різні правові, політичні, організаційно-технічні та загальноекономічні зміни. У зв'язку з цим при розробці інформаційної системи підтримки управлінських рішень важливо приділити особливу увагу дотриманню принципів достовірності та законності інформації [12]. Саме тому при побудові моніторингових систем системи варто привернути увагу до дотримання принципу достовірності та законності інформації.

У процесі впровадження та використання моделей та інструментарію програмної інженерії для СППР важливо звертати увагу на принципи, які є ключовими для будь-якої сучасної інформаційної системи, а саме: доступність, простота використання та конфіденційність інформації [8].

В контексті збільшення обсягів фінансової інформації, складність механізмів та методів СППР потребує впровадження вискоєфективних сучасних інструментів моделювання та програмної інженерії. Традиційні системи збору даних, аналітики та підготовки звітів більше не відповідають вимогам сучасних ОПР, які вимагають не лише скорочення обсягу управлінської інформації, але й підвищення її цінності. Саме в цих умовах активно розвиваються та застосовуються інформаційні технології, орієнтовані на принципи створення систем СППР та автоматизації процесів збору та первинного оброблення інформації.

Одним з найбільш складних аспектів сучасних СППР є розробка та наповнення бази знань відповідною інформацією. Підходи до створення та реалізації систем підтримки прийняття рішень пройшли через різні етапи розвитку та можуть бути визначені двома ключовими характеристиками: системи, які базуються на значній формалізації моделей прийняття рішень із глибоким наповненням бази знань, та дорадчі системи, де головну роль відіграє людина, яка приймає рішення, а моделі бази даних використовуються як допоміжний інструмент. Комбінація цих підходів є основним напрямком розвитку сучасних інструментів моделювання та програмної інженерії, що реалізують функції СППР у сфері управління [24; 42]

У свою чергу, поєднання вказаних підходів є головним напрямком розвитку сучасних підходів щодо системного аналізу, моделювання та програмної реалізації функцій СППР у практиці управління. Беручи до уваги розглянуті вище особливості функціонування сучасних інформаційних систем, формування бази знань відповідної СППР доцільним є впровадження системи підтримки прийняття рішень щодо моніторингу інформації на ринку

криптовалют.

На відміну від класичної структури СППР [13; 16], вдосконалена система моніторингу інформації на ринку криптовалют передбачає функціонування специфічних блоків бази знань, а саме: моделей машинного навчання, аналізу та прогнозування, відтворення знань тощо. Бази даних сегментовані на великі категорії, що включають зовнішні дані ринку криптовалют та індикатори слабких сигналів. Таке розмежування визначено унікальними вимогами до процесів збору та початкової обробки інформації в межах СППР. Специфіка функціонування СППР також визначає структуру бази знань. З огляду на те, що основним завданням такої інформаційно-аналітичної системи є розробка консультативних та взаємодійних звітів, набір моделей бази знань може бути спеціалізованим, включаючи інструменти для моніторингу ринку та алгоритми, які підтримують процеси алгоритмічної торгівлі. [5].

Також, запропонована СППР передбачає визначення споживачів інформації щодо ринку криптовалют, а саме:

Індивідуальні інвестори або фінансові підприємці зазвичай шукають доступ до актуальної ринкової інформації та аналітичних інструментів для здійснення свідомих інвестиційних рішень. Вони потребують деталізованих даних про ціни, об'єми торгів, історичні тенденції, а також інструментів для аналізу ринкової волатильності і розробки власних інвестиційних стратегій. Їх інтерес до СППР полягає в отриманні точної та оперативної інформації про ринкові тренди, ціни, об'єми торгів та новини, які можуть вплинути на ринкові показники. Їм потрібні зрозумілі аналітичні інструменти для самостійного прийняття рішень про купівлю або продаж активів.

Визначення 1. Індивідуальні фінансові підприємці – категорія суб'єктів підприємницької діяльності, яка включає приватних осіб, які займаються інвестиціями на фінансових ринках, зокрема, ринках криптовалют.

Інституційні інвестори, включаючи фонди, інвестиційні компанії та інші великі фінансові організації, які вкладають значні суми в криптовалюту.

Їм потрібні складні аналітичні інструменти та детальні ринкові дослідження для формування довгострокових інвестиційних стратегій.

Криптовалютні біржі забезпечують торгівлю криптовалютами та потребують СППР для аналізу торговельних даних, виявлення тенденцій на ринку та моніторингу безпеки та волатильності.

Регулюючі органи (державні та міжнародні регулятори) потребують інформації для контролю та регулювання ринку криптовалют, аналізу ризиків та впливу на фінансову стабільність.

Фінансові аналітики та контент-мейкери використовують детальний аналіз ринку для створення змістовного контенту, який може включати ринкові огляди, прогнози та стратегії інвестування. Для них важливо отримувати точну, глибоку, та оперативну інформацію, щоб забезпечити своїх клієнтів та аудиторію найновішими даними та інсайтами. СППР може надати фінансовим аналітикам та контент-мейкерам доступ до авангардних аналітичних інструментів та даних, що допоможе їм в аналізі тенденцій та у формуванні обґрунтованих прогнозів.

Індивідуальні дослідники та дослідницькі інститути зосереджені на вивченні та аналізі ринку криптовалют з академічної чи наукової точки зору. Вони досліджують різні аспекти криптовалют, включаючи технологічні інновації, ринкову поведінку, регуляторні рамки тощо. Для цих споживачів, СППР може стати важливим інструментом для збору та аналізу даних, що дозволить їм здійснювати більш глибокі наукові дослідження та публікації.

Для *стартапів та компаній, які займаються розробкою криптовалютних продуктів чи послуг*, ринкова інформація є ключовою для розробки нових продуктів або послуг, а також для адаптації існуючих рішень до змінних умов ринку. Вони використовують дані для прогнозування потреб ринку, розуміння споживчих тенденцій та оптимізації своїх бізнес-стратегій. СППР може допомогти їм у зборі цінних інсайтів та аналітиці, що є критично важливим для інноваційного розвитку та конкурентоспроможності на ринку.

Кожна з цих груп має свої специфічні потреби, і СППР повинна бути гнучкою та масштабованою, щоб задовольнити ці різноманітні вимоги.

У процесі створення систем аналізу для моніторингу ринку криптовалют, особливу увагу приділяється розвитку бази знань, яка включає моделі на основі експертних систем. Ці моделі, зокрема ті, що використовують штучні нейронні мережі, дозволяють формувати приблизні висновки. Це стає особливо важливим, коли аналіз експертів виходить за рамки раніше визначених тенденцій або коли традиційні методи не в змозі формально описати неочікувані дії чи ситуації, в таких випадках база знань розширюється за допомогою методів неформального моделювання.

Комплексна система аналізу ринку криптовалют генерує звіти, які включають в себе коротко- та довгострокові інвестиційні плани, а також структуру інвестиційного портфеля, відображаючи результати роботи системи в цілому. В рамках цієї системи застосовуються базові моделі та методи, які служать основою для оптимізації інвестиційного процесу [4].

Під час впровадження програмної інженерії в систему моніторингу ринку криптовалют формуються додаткові вимоги та умови, які інтегруються в базу даних. Уточнення, що вносяться до інвестиційних звітів, мають методичний характер і документуються як запити на вдосконалення, які далі реалізуються відділом інформаційних технологій **[Ошибка! Источник ссылки не найден.; 5]**.

Експертна система в системі аналізу ринку криптовалют забезпечує не тільки моніторинг, але й управління аналітичною інформацією, пропонуючи рекомендації для управлінських рішень. Крім того, вона займається формалізацією нових знань і автоматичним оновленням бази даних.

У системі аналізу задач моніторингу інформації на ринку криптовалют моделі штучного інтелекту використовуються для ідентифікації неявних дій та розвитку подій, сприяючи генерації нових знань, що перевищують традиційне розуміння експертів.

Реалізація таких систем аналізу сприятиме не тільки зниженню витрат, пов'язаних з управлінськими рішеннями, але й поліпшенню структури інвестиційних портфельів і підвищенню швидкості торгівлі на фінансових ринках. Детальний розгляд моделей та інструментів програмної інженерії в системі моніторингу включає в себе формування та оновлення первинної бази даних і особливості роботи з базою знань для початкового моніторингу.

1.3. Ключові задачі та структура системи моніторингу інформації на ринку криптовалют

Задачі моніторингу носять здебільше аналітично-довідковий характер та націлений на формування у осіб, що приймають рішення, найповнішого уявлення щодо об'єкта управління. Ключові задачі, з урахуванням потреб визначених раніше споживачів, можна представити у наступному вигляді:

Збір та агрегація даних передбачає постійний збір даних з різних джерел, включаючи ринкові котирування, новини, аналітичні звіти, соціальні медіа тощо.

Аналіз ринкових тенденцій включає аналіз інформації для виявлення ключових трендів, змін у вартості активів, та оцінювання загального ринкового настрою.

Прогнозування ринкових рухів (цін, обсягів тощо) заснований на використанні алгоритмів машинного навчання та інших аналітичних методів для створення прогнозів щодо майбутніх ринкових змін.

Ідентифікація ризиків та можливостей передбачає оцінку потенційних ризиків та можливостей інвестування на основі зібраних та проаналізованих даних.

Розробка та інформаційна підтримка інвестиційних стратегій допомогти інвесторам та компаніям у формуванні та оптимізації інвестиційних стратегій.

Забезпечення безпеки та приватності даних є важливим завданням моніторингової системи, зорієнтоване на гарантування того, що всі зібрані дані зберігаються та обробляються з дотриманням стандартів безпеки та приватності.

Інтерактивна візуалізація даних – є одною з ключових задач, передбачає створення інтуїтивно зрозумілих дашбордів та інтерактивних інструментів візуалізації для легкого доступу до ключової інформації.

Звітність та документація є підсумуючим етапом, що передбачає регулярне створення звітів, що відображають актуальну ситуацію на ринку, для внутрішнього та зовнішнього використання.

Кожна з цих задач є фундаментальною для створення ефективної системи моніторингу інформації на ринку криптовалют, допомагаючи особам, що приймають рішення, здійснювати обґрунтовані та своєчасні інвестиції.

Схематичне зображення блоку моніторингу інформації на ринку криптовалют можна відобразити графічно, як це показано на рис. 1.2. На якому демонструються шляхи інтеграції сучасних моделей та програмних інструментів. З даних рис. 1.2 також можна побачити, що моніторинг є комплексною системою, що включає в себе різні функції управлінських субсистем, в тому числі аналітичну, облікову, контрольну та діагностичну. Ця система займає центральне місце в підготовці та реалізації стратегічних управлінських рішень, а також у оперативному контролі за їх виконанням.

Основний напрямок використання інструментів моніторингу в системі полягає у розробці та впровадженні комплексу контрольних індикаторів, які є фундаментом для визначення ефективності інвестиційних рішень. Оскільки постійний контроль за цими індикаторами вимагає суттєвих затрат, система допомагає виділити ключові об'єкти моніторингу для управління з боку керівників та аналітичної системи. Індикатори повинні задовольняти критеріям, таким як узгодженість, повнота, надійність, простота зрозумілості та візуальна ясність.

У контексті системи моніторингу інформації на ринку криптовалют, коли моніторинг працює в стандартному режимі і не фіксується істотних відхилень від прогнозованих тенденцій, ухвалення рішень здійснюється на основі стандартного набору індикаторів. В ситуації, коли виявляються суттєві відхилення, система моніторингу генерує відповідні сигнали, що зумовлює збільшення обсягу інформації для аналізу в критичних напрямках.

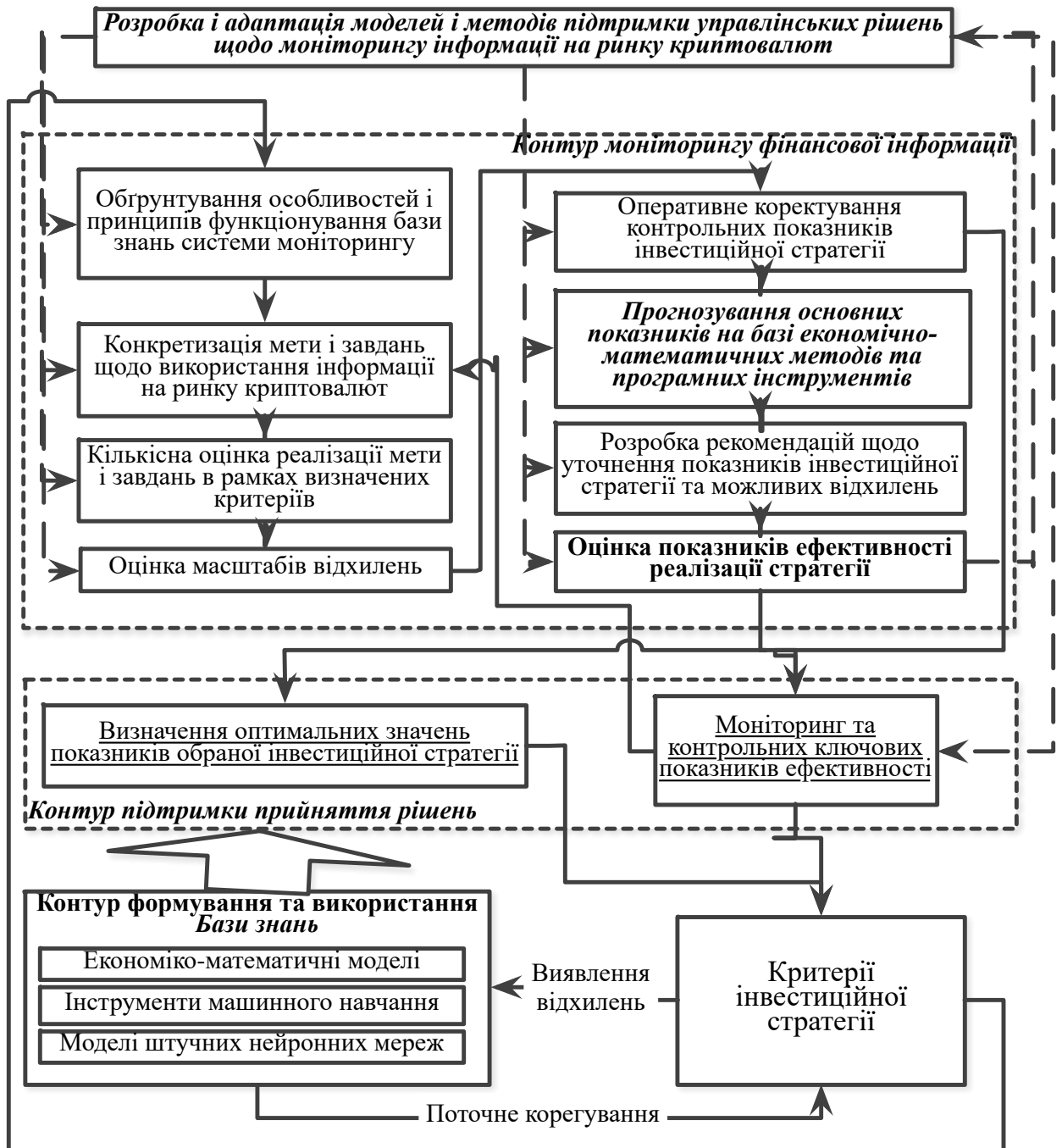


Рис. 1.2. Ключові елементи системи моніторингу інформації*

* вдосконалена авторська розробка, що наведена у спільних публікаціях [3; 90]

Поряд з традиційними інвестиційними індикаторами, важливо звертати увагу на базові показники, які категоризуються наступним чином [4; 12]:

- індикатори, що відображають короткотермінові процеси та стратегії;
- індикатори, що визначають довгострокові процеси та стратегії;
- змішані індикатори, що відображають загальну ефективність системи.

Як показано на схемі, інструментарій моніторингу призначений для спостереження за станом ринку криптовалют, виконання прогностичних моделей та своєчасного відгуку на негативні тенденції чи фактори. Рекомендації щодо виправлення будь-яких відхилень мають чітко визначений формат і вбудовані в систему заздалегідь під час налаштування бази знань. У рамках моніторингової підсистеми, знання вже наявні та використовуються для надання рекомендацій ОПР та відповідальним за доповнення функціоналу системи.

У процесі розробки системи моніторингу інформації на ринку криптовалют велике значення має створення бази знань, яка використовує методи нейромережевого моделювання та еволюційні алгоритми. Стало ясно, що більшість знань, на яких покладається людина у повсякденному житті, є не повністю усвідомленими, і багато рішень приймаються на підсвідомому чи напівсвідомому рівні. Такі складно формалізовані процеси, як впізнавання образів або менеджерська інтуїція, вимагають нових підходів до моніторингу та оцінки.

Традиційні інструменти, які базуються на чітко визначених правилах, не завжди ефективні в таких умовах. Сучасна парадигма управління та поява нових концепцій вимагають від системи моніторингу здатності адаптуватися та еволюціонувати, щоб задовольняти змінні потреби користувачів. Це зумовлює використання еволюційних методів для розвитку бази даних і бази

знань, що можуть генерувати нові знання, а не лише фіксувати існуючі управлінські рішення [24; 15].

Технології штучних нейронних мереж становлять основу для створення системи моніторингу інформації на ринку криптовалют, оскільки вони дозволяють аналізувати значні обсяги даних та виявляти основні закономірності, які можуть бути застосовані для розпізнавання нових аналогічних ситуацій. Це допомагає уникнути складнощів, пов'язаних із моделюванням несвідомих дій та інтуїтивних рішень [15].

Серед переваг нейромережевого моделювання у контексті криптомоніторингу відзначаються такі можливості [11; 15]:

- моделювання взаємозв'язків між різноманітними факторами, що впливають на ринкові зміни;
- робота з неоднозначною або неповною інформацією для виведення висновків та нових знань;
- Визначення просторових взаємозв'язків;
- Швидке освоєння нейромережевих інструментів без потреби в глибоких технічних знаннях для їх програмування.

Ці якості роблять штучні нейронні мережі доступними навіть для користувачів без спеціальної технічної освіти, але з необхідними комп'ютерними навичками. Однак існують і певні обмеження, які стримують широке впровадження нейромереж [9; 15]:

- вони часто не можуть пояснити логіку отриманих результатів, що вимагає доведення їхньої достовірності;
- розгляд нейромереж як "чорного ящика", коли невідомі внутрішні механізми та складність зафіксованих зв'язків;
- відсутність універсальних методів для побудови нейромереж, в тому числі критеріїв для визначення оптимального числа нейронів чи шарів;
- труднощі з оцінкою впливу окремих вхідних факторів;
- нездатність моделювати сценарії, які суттєво відрізняються від раніше аналізованих ситуацій.

Висновки за розділом 1

Ринок криптовалют, який зародився зі створенням Bitcoin, розвивається зі швидкістю, що не має аналогів у традиційному фінансовому секторі. Цей ринок відзначається високою волатильністю і децентралізацією, що відкриває нові горизонти для інвестування та ведення бізнесу, а також ставить перед учасниками ринку нові виклики. Зростання кількості криптовалют та їхніх функцій свідчить про широкі перспективи їх застосування, від розробки смарт-контрактів до оптимізації платіжних систем. Проте, цей ринок стикається з питаннями регулювання та безпеки, що вимагає від інвесторів глибокого аналізу та обережності при прийнятті рішень. В цілому, криптовалютний ринок має потенціал стати значимим компонентом світової економіки, хоча його майбутнє залишається невизначеним та обговорюваним.

СППР для моніторингу інформації на ринку криптовалют служить інформаційним базисом щодо різноманітних учасників, які визначають динаміку та стратегії в цій галузі. Вона об'єднує індивідуальних інвесторів та фінансових підприємців, інституційних інвесторів, криптовалютні біржі, регулюючі органи, фінансових аналітиків та контент-мейкерів, а також дослідницькі інститути та стартапи, які займаються розробкою новітніх продуктів. Цей широкий спектр користувачів залежить від прозорості, точності та актуальності інформації, яка впливає на їхні інвестиційні стратегії та оперативні рішення, підкреслюючи необхідність гнучкої та адаптивної системи, здатної задовольнити їхні різноманітні та вимогливі потреби.

Ефективний моніторинг ринку криптовалют залежить від виконання ключових задач: збір та агрегація даних із множинних джерел, глибокий аналіз ринкових тенденцій, передбачення ринкових рухів за допомогою машинного навчання, ідентифікація інвестиційних ризиків та можливостей, розробка стратегій підтримки інвестицій, забезпечення безпеки даних,

інтерактивна візуалізація для зручного доступу до інформації та ретельна звітність. Ці задачі забезпечують інформаційну підтримку для стратегічного планування та оперативного управління, дозволяючи приймати свідомі та ефективні рішення на змінному ринку криптовалют, а також передбачають необхідність застосування сучасних моделей, методів та інформаційних технологій підтримки прийняття управлінських рішень.

Реалізація розглянутих підходів щодо побудови системи моніторингу інформації на ринку криптовалют вимагає подальшого розвитку на базі сучасних методів системного аналізу та програмних інструментів, зокрема, економіко-математичних моделей та мов програмування високого рівня, що і буде розглянуто у наступних розділах.

РОЗДІЛ 2

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ У СИСТЕМАХ МОНІТОРИНГУ ІНФОРМАЦІЇ НА РИНКУ КРИПТОВАЛЮТ

2.1. Огляд інструментів інтелектуального аналізу даних для моніторингу інформації на ринку криптовалют

У світі, де ринок криптовалют продовжує еволюціонувати з неймовірною швидкістю, важливість розуміння та аналізу величезних обсягів даних не може бути переоціненою. Інтелектуальний аналіз даних відіграє ключову роль у виявленні тенденцій, прогнозуванні ринкових змін та підтримці обґрунтованих інвестиційних рішень. Тому необхідно провести огляд передових інструментів інтелектуального аналізу, які використовуються для моніторингу інформації на ринку криптовалют, аналізуючи їхні можливості, складність та придатність для різних типів користувачів та їхніх унікальних потреб.

У аналітичній діяльності, пов'язаній з криптовалютами, МПВР істотно спрощують взаємодію зі складними даними, пропонуючи інтуїтивно зрозумілі абстракції, близькі до людського спілкування. Їх історичний розвиток від примітивних до сучасних версій, таких як мова C, яка була прогресивнішою за Ассемблер, але все одно вимагала від розробників глибокого технічного знання, вказує на тенденцію до зростання зручності та абстрактності, що полегшує програмування та розширює можливості для користувачів..

З моменту зародження програмованих систем було створено більше двох з половиною тисяч мов програмування, включно з езотеричними та візуальними, більшість з яких належить до високорівневих мов. Вибір мови для конкретного застосування має базуватися на ретельному аналізі їх класифікації за парадигмами програмування та іншими характеристиками, такими як типізація, метод компіляції або інтерпретації, управління пам'яттю,

потоками обчислень, а також типами та структурами даних, що забезпечує гнучкість та адаптацію до вимог сучасної аналітики криптовалют [23; 39]. У свою чергу, залежно від цілей і завдань, що досягаються і вирішуються МПВР, виділяються такі класифікаційні ознаки як [23]: типізація; компіляція чи інтерпретація; керування пам'яттю; керування потоками обчислень; типи та структури даних; розширюваність та інші ознаки.

Враховуючи основні парадигми, які лежать в основі мов програмування високого рівня, їх поділяють на такі категорії: імперативні, функціональні, логічні та об'єктно-орієнтовані, згідно з джерелом. Багато сучасних мов програмування інтегрують особливості декількох парадигм, створюючи гнучкі мультипарадигмальні платформи. Яскравим прикладом такої мови є Python, який був одним із перших, що запровадив можливості декількох парадигм одночасно. Це зливання різних підходів унікалізує сучасні мови програмування і робить їхню класифікацію за стандартними категоріями складнішою, але вони все ще розпізнаються завдяки своїм вираженим стилям програмування [39; 34].

Порівняльний аналіз функціональності сучасних МПВР у межах реалізації задач моніторингу інформації.

МПВР C. C, як одна з перших мов, стала основою для імперативного програмування, яка згодом трансформувалася у об'єктно-орієнтовану C++ [23]. Основною відмінною рисою цієї мови є детальний рівень контролю, який вона надає програмісту над процесом виконання програм, що є надзвичайно важливим у завданнях, де час відграє критичну роль. Однак, ця ж особливість є і недоліком, оскільки це змушує програмістів занурюватися у глибини технічних аспектів та залежності від апаратної платформи.

МПВР R. R з'явилася на тлі розвитку науки про дані, швидко ставши однією з лідируючих мов для статистичного аналізу та вивчення даних. Відома своєю здатністю створювати якісні графіки, R забезпечує відкрите середовище розробки, доступне на різних платформах, від UNIX до Windows та MacOS [23].

МПВР Java. Java, наслідуючи C++, внесла революцію у світ об'єктно-орієнтованого програмування зі своєю кросплатформенністю та широким поширенням. Незважаючи на те, що вона не так часто використовується у системах підтримки прийняття рішень через складності в архітектурному розумінні, концепція ООП Java сприяє більш зручній реалізації інструментів для комплексних програмних рішень.

МПВР JavaScript. JavaScript став фундаментом для веб-розробки, надаючи веб-сторінкам інтерактивність і ставши "першою мовою" для багатьох початківців у цій галузі [23]. Він забезпечує можливість створення динамічних звітів, які були обговорені у розділі 1.

МПВР Python. Python як мультипарадигмальна мова славиться своєю здатністю покращувати продуктивність розробників та легкістю читання коду, що робить її ідеальною для широкого спектру завдань - від економічних обчислень до розробки у сфері Data Science і Machine Learning. Велика кількість бібліотек та інструментів, таких як NumPy, Scipy, pandas, scikit-learn, fbprophet та tensorflow, є свідченням її адаптивності та зручності [28; 34].

Крім зазначених, у сфері підтримки прийняття рішень також застосовуються інші високорівневі мови програмування, які мають як загальне, так і спеціалізоване призначення, включаючи C#, VB.NET, Swift, Objective-C, Delphi, R, 1C.

Напрямки автоматизації функцій СППР на базі інструментів МПВР та реалізації статистичних та економіко-математичних моделей.

В епоху інформаційних проривів та стрімкого росту даних, СППР та системи моніторингу інформації перетворились, вимагаючи нових рівнів автоматизації для забезпечення оперативності ухвалення рішень та аналітичної обробки. Класичні моделі оптимізації, що раніше слугували довгостроковому плануванню, нині потребують адаптації до оперативного управління та контролю. Сучасні системи моніторингу інформації мають

включати функції збору та обробки даних, побудови та оцінювання моделей, вирішення оптимізаційних завдань, імітаційного моделювання, а також аналітичного представлення інформації через інтуїтивно зрозумілі звіти. Передбачається, що застосування методів машинного навчання та алгоритмів прогнозування зможе вдосконалити прогнозування фінансових систем.

З урахуванням існуючої практики побудови ефективних систем моніторингу інформації [7; 11; 26] до основним напрямів його автоматизації належить:

- збір, очищення, первинна обробка та створення управлінської інформації;
- оцінка параметрів та показників ефективності статистичних моделей;
- формулювання задач моніторингу стратегії на базі інтерактивної візуалізації та оптимізації;
- постановка завдань та реалізація імітаційних моделей;
- прогнозування показників розвитку ринку на основі методів машинного навчання, методів ШНР тощо.
- аналітична обробка та подання кінцевої інформації для підтримки прийняття рішень;

Усі зазначені економічні завдання автоматизації вирішуються на основі інструментів МПВР. Проте, саме *Python*, *JavaScript* і *R* надають універсальний підхід, реалізовані, зокрема, в рамках великого ком'юніті підтримки аналітиків та програмістів [22; 36].

З урахуванням викладеного концепція реалізації інструментів моніторингу інформації на ринку криптовалют представлена у такому вигляді – рис. 2.1.

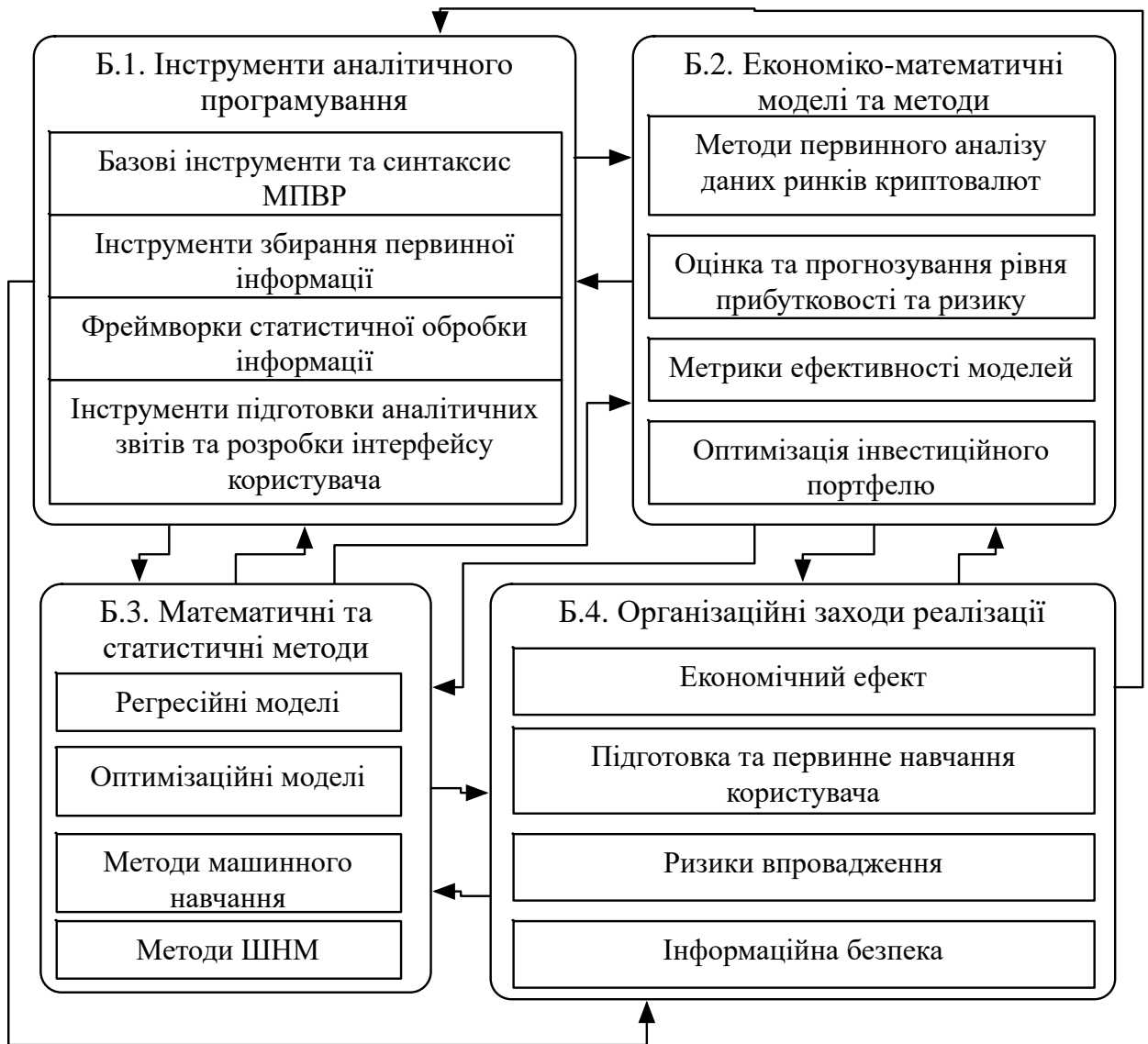


Рис. 2.1. Концепція реалізації інструментів моніторингу інформації на ринку криптовалют*

* авторська розробка

Як видно з рис. 2.1 реалізація процесів моніторингу інформації на ринку криптовалют об'єднують такі ключові блоки:

- інструменти аналітичного програмування, які включають використання основних моделей та методів моніторингу інформації на ринку криптовалют (від синтаксису до інтерактивних звітів);

- економіко-математичні моделі та методи, що представлені раніше у укрупненому вигляді, розв'язують проблеми формального аналізу об'єкту моніторингу від очищення даних до оптимізації та задач прогнозування;

- математичні та статистичні методи розширюють блок економіко-математичного моделювання та інструментальні комплекси МПВР на основі вдосконалення підходів до вирішення типових завдань;

- організаційні заходи щодо реалізації управлінських рішень на базі систем моніторингу включають принципи і підходи щодо формулювання інвестиційних стратегій та критеріїв ефективності щодо діяльності суб'єктів ринку криптовалют.

Відповідно до представленої Концепції (рис. 2.1) проведемо подальші дослідження особливостей застосування моделей та методів системного аналізу для вирішення прикладних задач моніторингу інформації на ринку криптовалют.

Багатство програмних засобів та методів системного аналізу відкриває можливості для розробки рішень, які охоплюють широкий діапазон задач, включаючи специфічні вимоги систем підтримки управлінських рішень. Язики програмування високого рівня, як Python, R та JavaScript, із їх інтуїтивно зрозумілим синтаксисом та багатим набором бібліотек і фреймворків, є ідеальними інструментами для забезпечення автоматизації основних процесів моніторингу інформації на ринку криптовалют, спрямованих на оптимізацію ефективності та підвищення прибутковості. Інтеграція цих інструментів у структуру СППР вимагає гармонізації можливостей наявних програмних рішень з унікальними вимогами конкретної системи підтримки та організаційною структурою підприємства, що підлягає управлінню.

2.2. Застосування методів машинного навчання для ефективного моніторингу інформації на ринку криптовалют

В сучасному світі, де ринок криптовалют характеризується високою волатильністю та непередбачуваністю, методи машинного навчання стають незамінними в механізмах аналітичного моніторингу. Розвинені та досконалі моделі, від контрольованих до неконтрольованих, є фундаментом для аналізу та оптимізації інвестиційних стратегій, а також для точного відстеження та реагування на коливання ринку.

Серед важливих інструментів машинного навчання можна виокремити лінійні моделі, які застосовуються для регресії та класифікації, дозволяючи детально аналізувати часові ряди та панельні дані криптовалют. Варіативність моделей для часових рядів, таких як ARIMA, SARIMA, SARIMAX, GARCH, забезпечують здатність адаптуватися до специфічних трендів ринку. Узагальнені адитивні моделі та рішення, базовані на деревах, разом з ансамблевими моделями, які включають випадковий ліс та бустингові машини, сприяють глибокому аналізу та посиленню прогностичних можливостей [25].

Не можна ігнорувати і значення неконтрольованих лінійних та нелінійних методів у зменшенні розмірності даних і методів кластеризації для виявлення складних взаємозв'язків на ринку. Це дає можливість виробляти стратегії, які засновані на глибокому розумінні структурних відносин між різними видами активів. Також, нейромережні моделі, що включають рекурентні та згорткові архітектури, і моделі підкріпленого навчання відкривають нові перспективи у розумінні та використанні поведінкових патернів ринку. Інтеграція цих моделей машинного навчання в системи моніторингу інформації на ринку криптовалют дозволяє не лише систематизувати великі обсяги даних, але й розробляти передові, науково

обґрунтовані прогнози, які відіграють ключову роль у формуванні та реалізації ефективних інвестиційних стратегій [25].

Ці моделі та інструменти програмування є основою для розробки стратегій на ринку, включаючи техніки алгоритмічної торгівлі, і служать для створення чи інтеграції альфа-факторів, оптимізації дій інвестиційного менеджменту та оцінки їх ефективності. Вони об'єднують кілька ключових аспектів, що відповідають специфіці їх застосування у системах моніторингу інформації, спрямовані на встановлення функціональних зв'язків у даних шляхом рафінування цільової функції або функції втрати та включають докладні методи оцінки продуктивності моделей.

Зокрема, завдання неконтрольованого та контрольованого машинного навчання, а також контрольовані регресійні та класифікаційні завдання, використовуються для підтримки управлінських рішень, пов'язаних з купівлею чи продажем фінансових активів та організацією алгоритмічної торгівлі. Контрольоване навчання може бути застосоване у блоку База знань для формування статистичного висновку щодо кореляцій між вхідними та вихідними даними, маючи на меті прогнозування майбутніх результатів на основі майбутніх даних. Оптимальність певних моделей машинного навчання визначається на основі помилок прогнозування, що виникають через зсув або дисперсію моделі, або через співвідношення шуму до сигналу в даних. Методи діагностування джерел помилок та оптимізації модельної точності сприяють підвищенню ефективності моделей, а відтак, і потенційної прибутковості інвестицій.

Таким чином, система моніторингу інформації на ринку криптовалют, що засновані на інструментах машинного навчання. До цих компонентів можна віднести [25]:

- розширена підсистема автоматичного навчання, яка дозволяє контрольований та неконтрольований аналіз даних, специфічних для ринку криптовалют.

- техніки формування та аналізу робочих потоків машинного навчання, які адаптовані до динаміки крипторинків.
- розробка та адаптація функцій втрат для задач регресії та класифікації, враховуючи специфіку фінансових даних.
- методики тренування та оцінки моделей машинного навчання, оптимізовані для точного прогнозування ринкових рухів.
- встановлення критеріїв оптимальності моделей, з огляду на зміщення і дисперсію у прогнозах.
- застосування діагностичних методів для ідентифікації та зменшення помилок прогнозування.
- інноваційні підходи до навчання моделей з використанням перехресної перевірки для оптимізації балансу між зсувом та дисперсією.
- практичне застосування перехресної перевірки через сучасні бібліотеки програмування, такі як `sklearn` та `keras`, для ефективного тренування моделей.
- розробка альтернативних методик аналізу інвестиційних даних, які включають в себе позавибіркове тестування, для забезпечення надійності інвестиційних стратегій.

Крім цього, система може включати також інші елементи:

- інтеграція з іншими даними ринку, наприклад, соціальними медіа та новинними потоками, для виявлення емоційного настрою та його впливу на ринкові тренди.
- використання методів глибокого навчання для розпізнавання складних шаблонів у ринкових даних.
- розробка прогнозних інструментів для оцінки ризиків, пов'язаних з волатильністю ринку.
- використання інтерактивних інструментів для візуалізації даних та аналітичних звітів, що полегшують інтерпретацію результатів.

Розглянемо ці елементи більш детально.

У контексті посилення аналітичних здібностей систем моніторингу інформації на ринку криптовалют, машинне навчання (МН) посідає стратегічне положення, спрямовуючи свої зусилля на ідентифікацію істотних регулярностей у великих наборах даних. Ці моделі МН, які користуються навчальними даними, розривають традиційні межі експертних систем, замість жорстко закодованих рішень пропонуючи алгоритми, які самостійно адаптуються і еволюціонують. Вони здатні виявляти закономірності, які не лише описують сучасний стан ринку, але й прогнозують майбутні тенденції, враховуючи нескінченне різноманіття потенційних функцій, що виникають з існуючих даних.

Технічне втілення рішень на базі МН для оптимізації інвестиційних портфельів та розробки алгоритмічних торгових стратегій потребує всебічного системного підходу. Такий підхід не лише підвищує ймовірність успіху, але й гарантує економію ресурсів, забезпечує відкритість та відтворюваність процесів, що є критично важливим для ефективного поєднання, підтримки та постійного удосконалення.

Серед різних підходів МН, контрольоване навчання виділяється завдяки його здатності вивчати і узагальнювати відносини між вхідними та вихідними даними з конкретних прикладів, щоб застосувати їх до нових ситуацій. Це особливо актуально для інвестиційного менеджменту, де здатність точно прогнозувати ринкові рухи може визначати успіх або невдачу інвестиційної стратегії.

Водночас, неконтрольоване навчання занурюється у дослідження неструктурованих даних без попереднього визначення очікуваних результатів, часто розкриваючи приховані зв'язки або нові перспективи, які можуть бути використані в інших завданнях. Кластеризація допомагає упорядковувати великі набори даних, встановлюючи зв'язки між даними із схожими характеристиками.

Підкріплюване навчання відкриває двері для моделей, які навчаються приймати рішення в динамічних умовах, нагороджуючи алгоритми за

ефективні дії в заданому контексті. Це сприяє розробці стратегій, які адаптуються до змін у навколишньому середовищі.

Включення інших ринкових даних, таких як інформація з соціальних мереж та новинних потоків, дозволяє системам моніторингу виявляти емоційні настрої і оцінювати їх вплив на ринкові тренди. Методи глибинного навчання є ключовими для ідентифікації складних шаблонів у ринкових даних, тоді як прогнозні інструменти спрямовані на оцінку ризиків, пов'язаних з ринковою волатильністю. Інтерактивні інструменти візуалізації забезпечують зрозуміле представлення даних, сприяючи глибшому аналізу і зручній інтерпретації результатів.

Крос-валідація, також відома як перехресний контроль, є важливим елементом в процесі розробки та валідації моделей машинного навчання, що гарантує, що результати аналізу стійкі й об'єктивні. Цей метод розподіляє доступні дані на кілька підгруп, використовуючи кожен з них по черзі як тестовий набір, щоб перевірити модель, яка була навчена на всіх інших підгрупах. Такий підхід дозволяє оцінити, як модель буде працювати на невідомих даних, мінімізуючи ризик перенавчання і дозволяє отримати більш надійну оцінку її продуктивності [29].

Збирання та підготовка даних – це фундаментальний крок у процесі аналізу криптовалютних ринків, що вимагає зібрати повний і точний набір даних, який може включати історичні цінові дані, торгові об'єми, інформацію про блокчейн-транзакції, а також важливі фундаментальні і альтернативні дані. Цей процес також охоплює очищення даних від помилок і видалення нерелевантної інформації, а також їх структурування для подальшого аналізу [29].

Добування ознак (feature engineering) – це техніка, яка передбачає перетворення сирих даних у формат, який може бути ефективно використаний алгоритмами машинного навчання. Вона включає в себе аналіз характеристик даних для виявлення тих, які мають найбільший

прогностичний потенціал, і може включати в себе створення нових ознак шляхом комбінування або перетворення існуючих [29].

Для аналітики ринку криптовалют ці процеси особливо важливі, оскільки дані можуть бути особливо шумними і волатильними. Крос-валідація і добування ознак дозволяють не тільки поліпшити точність моделей, але й забезпечити глибше розуміння ринкових умов і водночас зменшити ризики, пов'язані з інвестиційними рішеннями.

Задачі прогнозування у машинному навчанні (МН) становлять значний інтерес при аналізі ринків криптовалют, оскільки вони дають можливість передбачати майбутні цінові рухи на основі історичних даних. Ці моделі використовують різноманітні алгоритми, щоб знайти закономірності у минулих цінових змінах, об'ємі торгів або інших релевантних метриках, і використовують цю інформацію для створення інформованих гіпотез про майбутні тренди.

Одним із популярних інструментів для прогнозування у сфері МН є бібліотека Prophet, розроблена командою Facebook. Prophet ефективний для роботи з часовими рядами, які мають сильні сезонні властивості та різні тренди. Він автоматично виявляє зміни в трендах, враховує сезонність і свята, і здатен обробляти відсутні дані та великі перепади у величинах. В контексті моніторингу інформації на ринку криптовалют, Prophet може використовуватися для аналізу таких факторів, як цінові зміни, об'єм торгів, а також для виявлення потенційних аномалій, які можуть вказувати на важливі ринкові події.

Прогнозування цін на криптовалюти за допомогою МН має критичне значення для трейдерів і інвесторів, оскільки воно дозволяє їм приймати більш обґрунтовані рішення щодо купівлі чи продажу активів. Завдяки прогнозним моделям МН, можна оцінювати ймовірність змін цін, що дозволяє оптимізувати стратегії входу та виходу з позицій та управління портфелем. Використання даних з соціальних мереж та новинних потоків для

аналізу настрою також може бути інтегровано у прогнозні моделі для збагачення аналізу та поліпшення точності прогнозів.

Використання інтерактивних візуалізаційних інструментів може допомогти інвесторам краще розуміти та інтерпретувати результати прогнозів, представляючи складні дані в зрозумілому та візуально привабливому форматі. Це може включати графіки цін, гістограми об'ємів торгів, карти теплоти для індикаторів настрою та багато іншого, що сприяє глибшому аналізу та кращому розумінню ринкових умов.

Таким чином, інтеграція прогнозних моделей МН у системи моніторингу інформації на ринку криптовалют може значно підвищити ефективність та прибутковість інвестиційних стратегій шляхом забезпечення більш точного та своєчасного аналізу даних.

Таким чином, в контексті аналітики криптовалютних даних, ефективний моніторинг вимагає інтеграції різних форм машинного навчання, які включають контрольоване, неконтрольоване і підкріплене навчання. Використання таких моделей сприяє збагаченню процесу прийняття управлінських рішень завдяки здатності розпізнавати складні взаємозв'язки в даних, що обмежують область пошуку вирішень. Однак, ці моделі мають тенденцію до індуктивного зміщення, що може привести до помилок у загальній аналітичній продуктивності і потребують ретельного налаштування для запобігання надмірної адаптації до навчальних даних.

У р.3 будуть представлені результати побудови класичних моделей залежностей та задач оптимізації для обґрунтування стратегії формування інвестиційного портфелю з використанням елементів МН.

2.3. Інструменти аналітичного програмування задач моделювання та прогнозування ринкових показників

Розвиток інформаційних технологій та зростання складності задач, які вирішуються за допомогою програмних засобів, призвели до потреби у

створенні універсальних інтерфейсів. Ці інтерфейси мають забезпечувати доступність результатів моделювання через різні пристрої, підтримуючи таким чином гнучкість та широку доступність аналітичних даних. Сучасні тенденції в аналітиці даних націлені на розробку програмних проєктів, які включають розширення, окремі програмні продукти та веб-інтерфейси.

У контексті аналітичного моніторингу криптовалютного ринку акцент робиться на використанні різноманітних інструментів аналізу даних, які можуть виявляти взаємозв'язки та тенденції, необхідні для підтримки управлінських рішень. Це може включати статистичне прогнозування за часовими рядами, кластеризацію, моделювання за допомогою нейронних мереж, а також оптимізацію за допомогою методів лінійного програмування [7; 11].

Різнманітні МПВР на сьогодні пропонують широкий спектр прикладних розробок для вирішення цих задач. Проблеми прогнозування та оптимізації, які відрізняються від традиційних аналітичних задач, ефективно реалізуються в рамках більшості сучасних високорівневих мов програмування.

Розглянемо окремі бібліотеки, функції та методи Python для реалізації задач моніторингу інформації на ринку криптовалют [22; 17; 27].

Задача 2.1. Регресійний аналіз та статистичне прогнозування.

Оцінка параметрів в кореляційно-регресійних моделях можлива завдяки стандартним програмним засобам багатьох високорівневих мов програмування, які вирішують задачі за методом найменших квадратів. Однак, у межах екосистеми Python, ці процеси інтуїтивно й ефективно реалізовані через бібліотеки pandas і scikit-learn. Бібліотека pandas надає зручні функції, такі як `DataFrame().corr()`, яка вираховує матрицю кореляцій для даних у `DataFrame`. Пакет `scikit-learn` містить засоби для регресійного аналізу [37]:

`linear_model.LinearRegression()` — виконує регресію методом найменших квадратів;

`ensemble.RandomForestRegressor(n_estimators=100, max_features='sqrt')` — використовує ансамбль "випадкових лісів" для регресії;

`neighbors.KNeighborsRegressor(n_neighbors=6)` — застосовує метод найближчих сусідів для регресії;

`svm.SVR(kernel='linear')` — використовує метод опорних векторів із лінійним ядром для регресійних задач;

`linear_model.LogisticRegression()` — застосовує логістичну регресію для класифікації;

`model_selection.train_test_split()` — розділяє дані на навчальний та тестовий набори.

Додатково, бібліотека `statsmodels` у Python надає більш глибокі статистичні засоби для аналізу даних, що включають [40]:

`statsmodels.api.OLS()` — класична лінійна регресія за методом найменших квадратів;

`statsmodels.api.Logit()` — логістична регресія для прогнозування бінарних відповідей;

`statsmodels.tsa.arima.model.ARIMA()` — для моделювання та прогнозування часових рядів за допомогою ARIMA моделей;

`statsmodels.tsa.statespace.sarimax.SARIMAX()` — для розширеного аналізу часових рядів з сезонними компонентами;

Методи для діагностики моделей та перевірки гіпотез, що дозволяють оцінювати адекватність моделей та здійснювати вибір між ними.

Ці інструменти сприяють розвитку точних та надійних моделей для аналізу даних, що мають велике значення при моніторингу інформації на ринку криптовалют, дозволяючи глибше зануритися в деталі даних і виводити обґрунтовані прогнози та оптимізаційні стратегії.

Задача 2.2. Прогнозування на основі методів МН. включає в себе використання передових алгоритмів для визначення майбутніх трендів та патернів на основі історичних даних. В контексті моніторингу інформації на

ринку криптовалют, де важлива швидкість реакції та точність прогнозів, використання бібліотек `pmdarima`, `prophet` та `sklearn.ensemble` є незамінними.

`pmdarima` — це бібліотека Python, яка спрощує процес прогнозування часових рядів, надаючи клас `auto_arima`, що автоматизує процес підбору параметрів для моделей ARIMA. Вона використовує методику "grid search" для знаходження оптимальних параметрів моделі, здатної передбачати майбутню поведінку ряду з урахуванням сезонності, тренду та циклічності.

Ось деякі ключові функції `pmdarima` [32]:

`pmdarima.auto_arima()` — автоматично визначає найкращу модель ARIMA, використовуючи різні критерії, такі як AIC, BIC, щоб мінімізувати інформаційні критерії та вибрати оптимальну модель;

Підтримка сезонних моделей ARIMA, які враховують сезонність у часових рядах;

Вбудовані функції перехресної перевірки та діагностики моделей, що дозволяють оцінити ефективність моделей перед їх використанням для прогнозування;

Інтеграція з бібліотеками `numpy` та `pandas` для зручної роботи з даними.

Застосування `pmdarima` для аналізу ринку криптовалют може значно підвищити точність прогнозів, виявлення трендів та циклічності, що є критичними для інформаційного моніторингу та прийняття обґрунтованих рішень інвесторами та трейдерами.

`fbprophet` (відома також як `prophet`) — це інструмент розроблений Facebook для прогнозування часових рядів, який може ефективно обробляти відсутні дані, зміни тренду та велику кількість сезонних ефектів. Prophet використовує декомпозиційний підхід, розділяючи часовий ряд на тренд, сезонність та свята. Особливістю цієї бібліотеки є її гнучкість та легкість у використанні, що робить її популярною серед аналітиків даних.

Ключові функції та методи, які Prophet надає включають [33]:

`fit()` — ця функція використовується для підгонки моделі Prophet до історичних даних. Вона автоматично обробляє будь-які відсутні дані та зміни тренду.

`predict()` — ця функція використовується для роботи прогнозів. Вона повертає DataFrame з прогнозованими значеннями, довірчими інтервалами та компонентами прогнозу.

`make_future_dataframe()` — ця функція створює DataFrame з майбутніми датами для прогнозування. Користувачі можуть вказати період, на який вони бажають зробити прогноз.

`add_seasonality()` — дозволяє додавати власні сезонності з користувацькою частотою та періодом, крім стандартних щоденних, тижневих та річних.

`plot()` та `plot_components()` — ці методи забезпечують візуалізацію прогнозів та індивідуальних компонентів моделі, таких як тренди та сезонність.

`sklearn.ensemble` — ця частина бібліотеки `scikit-learn` пропонує різноманітні ансамблеві алгоритми, такі як "випадковий ліс" (`RandomForestRegressor`) і "градієнтний бустинг" (`GradientBoostingRegressor`). Ці методи використовують колективне голосування багатьох простих моделей для забезпечення більш точного та стабільного прогнозування. Ансамблеві алгоритми особливо ефективні в задачах, де існує складна нелінійна залежність між ознаками та цільовою змінною.

До ключових функцій `sklearn` можна віднести [37]:

`RandomForestRegressor` — цей клас використовується для побудови моделі "випадкового лісу", яка є ансамблем дерев рішень. Вона тренує кожне дерево на випадково вибраній підмножині навчальних даних та використовує усереднення їх прогнозів для забезпечення точності та контролю перенавчання.

`GradientBoostingRegressor` — цей клас реалізує метод градієнтного бустингу, який послідовно підганяє нові моделі для зменшення помилок,

зроблених попередніми моделями. Він є ефективним для великих наборів даних і вирізняється своєю здатністю до роботи з нелінійними даними.

`cross_val_score` — ця функція використовується для оцінювання моделі за допомогою крос-валідації. Вона дозволяє легко змінювати кількість згинів та вимірювати точність моделі на кожному згині, що дає змогу оцінити, наскільки добре модель буде узагальнювати на невидимих даних.

`train_test_split()` — ця функція використовується для поділу набору даних на навчальну та тестову вибірки, зазвичай необхідно для перевірки ефективності алгоритму перед його використанням у реальних умовах.

Ці інструменти в поєднанні дозволяють розробникам та аналітикам ринку криптовалют реалізовувати комплексні рішення для аналізу та прогнозування ринкових трендів, забезпечуючи глибоке розуміння динаміки ринку та підвищуючи ефективність управлінських рішень.

Задача 2.3. Групування та кластеризація є ключовими елементами аналізу даних у методах машинного навчання, зокрема при роботі з великими наборами даних, які характерні для ринку криптовалют. Представимо докладний опис відповідних функцій та методів [31; 30; 38; 37]:

`pandas.DataFrame().groupby()` в бібліотеці `pandas` дозволяє групувати дані за однією чи декількома змінними. Вона корисна для обчислення агрегованих статистичних показників від суми до середнього значення для кожної групи.

`scipy.cluster.hierarchy` в `scipy.cluster` забезпечує інструменти для ієрархічної кластеризації. Функції як `linkage` для створення кластерних ієрархій та `dendrogram` для їх візуалізації дають змогу аналітикам зрозуміти структуру даних на різних рівнях агрегації.

`sklearn.cluster` в бібліотеці `scikit-learn` включає різні алгоритми кластеризації:

- `KMeans()` — реалізує популярний метод кластеризації, який групує дані на основі центрів кластерів.

- `DBSCAN()` — зорієнтований на реалізацію методу, що заснований на щільності, який відмінно підходить для даних зі складними формами кластерів.
- `AgglomerativeClustering()` — метод ієрархічної кластеризації, який об'єднує елементи у більші кластери крок за кроком.

`Time Series Clustering` з бібліотеки `tslearn` або `sktime` надають інструменти для кластеризації часових рядів. Ці інструменти враховують часові залежності в даних, що є критично важливим для ринку криптовалют.

Розширені методи кластеризації:

`Gaussian Mixture Models (GMM)` або моделі змішаних розподілів, реалізовані в `sklearn.mixture`, можуть використовуватися для кластеризації як м'який класифікатор.

`Spectral Clustering` в `sklearn.cluster` використовує власні вектори матриці подібності для проєкції даних на низьковимірний простір перед кластеризацією.

Ці методи та інструменти надають аналітикам засоби для розробки моделей, які можуть допомогти ідентифікувати групи чи сегменти ринку криптовалют, прогнозувати ринкові зміни та оптимізувати інвестиційні стратегії. Вони забезпечують глибокий аналітичний інсайт та підтримують більш обґрунтоване прийняття рішень у цій швидкозмінній та високоволатильній сфері.

Задача 2.4. Оптимізація та підтримка різних стратегій. Задача оптимізації займає центральне місце у фінансовому аналізі, особливо коли йдеться про максимізацію прибутковості портфелів або мінімізацію ризиків. Методи лінійної алгебри та оптимізації, доступні в МПВР Python через пакети `scipy.linalg` та `scipy.optimize`, надають потужні інструменти для цих завдань. Наведемо детальний опис деяких ключових функцій та їхнє застосування [38]:

`scipy.linalg.solve()` — ця функція вирішує лінійні системи рівнянь і є основою для численних фінансових застосувань, включаючи вирішення моделей з умовами рівноваги.

`scipy.linalg.lstsq()` використовується для розв'язання задачі методом найменших квадратів, що є ключовим у статистичному моделюванні та економетрії для оцінки параметрів регресійних моделей.

`scipy.optimize.minimize()` — ця універсальна функція оптимізації може бути застосована до широкого спектру завдань, від простих до складних нелінійних задач. Вона підтримує численні алгоритми, включаючи методи градієнтного спуску та еволюційні алгоритми.

Крім цих стандартних інструментів, існують спеціалізовані бібліотеки для оптимізації у фінансовій сфері:

Ryfolio - бібліотека зосереджена на створенні повних та зрозумілих аналітичних звітів про продуктивність та ризик інвестиційних стратегій. Вона включає функції для розрахунку різних метрик продуктивності, таких як Sharpe ratio, а також візуалізацію довгострокових повернень та розподілів втрат.

CVXPY - бібліотека оптимізації забезпечує інтерфейс високого рівня для задач оптимізації, включаючи лінійне програмування та конічну оптимізацію, які часто використовуються в квантовому аналізі та портфельному управлінні.

QuantLib - бібліотека, орієнтована на квантових аналітиків та розробників, яка включає інструменти для моделювання, оцінки, калібрування та геджування фінансових інструментів.

Застосування цих інструментів варіюється від вирішення систем лінійних рівнянь для збалансування портфелів до складних оптимізаційних завдань, що вимагають глобального пошуку і врахування різноманітних обмежень та критеріїв. У світі, де ринки криптовалют постійно змінюються, ці інструменти є неоціненними для розробки гнучких та різноманітних

інвестиційних стратегій, які можуть адаптуватися до нових умов і забезпечити конкурентну перевагу.

Надалі у р.3 буде проведено детальне вивчення прикладних особливостей узгодження задач 2.1-2.5 для аналізу даних інвестиційних ринків та оптимізації структури інвестиційного портфеля.

Задача 2.6. Аналітична візуалізація. Для моніторингу інформації на ринку криптовалют важливо використовувати аналітичні інструменти, що дозволяють візуалізувати складні дані таким чином, аби вони були зрозумілі та інформативні для прийняття рішень. Ключові функції і методи бібліотек, які використовуються для цих цілей наступні:

Matplotlib - це фундаментальна бібліотека для створення статичних графіків у Python. Вона має функцію plot для малювання лінійних діаграм, bar для гістограм, і scatter для діаграм розсіювання. Matplotlib дозволяє детально налаштувати стиль, кольори, підписи осей і легенди, що робить її незамінною для створення наукових ілюстрацій та публікацій.

Seaborn - ця бібліотека базується на Matplotlib і спрощує процес створення більш складних статистичних графіків. Функції як distplot дозволяють відображати розподіл даних, boxplot і violinplot візуалізують розподіл даних із зазначенням квантилів, а heatmap використовується для візуалізації матриці кореляції.

Plotly - це бібліотека для створення інтерактивних графіків, що можуть бути вбудовані в веб-сторінки. Вона включає функції як

plotly.graph_objs.Scatter для інтерактивних діаграм розсіювання та

plotly.graph_objs.Candlestick для створення графіків типу "свічка", що використовуються для аналізу даних ринкової ціни у динаміці.

Dash - це фреймворк для створення інтерактивних веб-додатків і панелей керування. Він дозволяє аналітикам і розробникам інтегрувати візуалізації Plotly і контроль для взаємодії з користувачем у веб-інтерфейсі, який може бути легко розповсюджений серед зацікавлених сторін.

Ці бібліотеки, використовуючи силу Python, дозволяють не тільки створювати високоякісні візуалізації, але і обробляти та аналізувати складні набори даних, що є невід'ємною частиною моніторингу інформації на ринку криптовалют.

Задача 2.7. Методи штучних нейронних мереж. Стрімке зростання обсягів інформації визначило виникнення нових інструментів роботи з великими даними та машинним навчанням. Найбільш розповсюджені з них бібліотек *Keras*, *Tensorflow*, *PyTorch*, застосування яких може бути представлено як ключові напрямки подальших розробок.

У контексті моніторингу інформації на ринку криптовалют, методи машинного навчання і зокрема використання штучних нейронних мереж відіграють значну роль у визначенні ринкових тенденцій та прогнозуванні цін. Основні функції і методи, пов'язані з моделюванням і прогнозуванням використовуючи нейронні мережі, включають [17; 18]:

Tensorflow та Keras як фреймворки використовуються для побудови та тренування нейронних мереж. TensorFlow працює з багатовимірними масивами - тензорами, і включає інструменти для оптимізації та виконання математичних операцій на тензорах. Keras забезпечує високорівневий API для побудови та тренування моделей, інтегруючи при цьому TensorFlow як свій основний двигун.

LSTM (Long Short-Term Memory networks) як особливий вид рекурентної нейронної мережі (RNN), здатний вчитися залежностей довгострокових послідовностей. Вони ефективні для прогнозування послідовних даних, таких як часові ряди криптовалют. Ключові функції LSTM в Keras включають `keras.layers.LSTM`, яка дозволяє додавати LSTM шар до моделі, і `keras.Model` для створення і тренування моделі.

Sequential - це центральний тип моделі в Keras, що дозволяє створювати моделі шар за шаром для більшості проблем. Використання `keras.models.Sequential` дозволяє легко додавати шари LSTM для створення послідовності в обробці даних.

RNN (Recurrent Neural Networks) - це клас нейронних мереж, які використовуються для роботи з послідовними даними. Вони здатні підтримувати інформацію про попередні стани і використовувати це для формування висновку на основі нових вхідних даних.

Використання цих інструментів дозволяє глибше аналізувати і прогнозувати ринкові показники, що є критично важливим у високоволатильному середовищі криптовалют. LSTM може допомогти виявити складні шаблони в часових рядах цін на криптовалюту, що може надати інвесторам більш глибоке розуміння майбутніх рухів ринку. Наприклад, функція `keras.layers.LSTM` може бути конфігурована з різними параметрами, такими як кількість вузлів в шарі і функції активації, що дозволяє адаптувати модель до специфіки даних. `Sequential` моделі використовуються для створення лінійного стеку шарів, де `model.add()` метод може використовуватися для додавання шарів, які можуть включати LSTM або інші типи шарів для різних типів обробки даних.

PyTorch є ще одним потужним інструментом для машинного навчання, який надає гнучкість та швидкість у виконанні задач, пов'язаних з штучними нейронними мережами. Він широко використовується в наукових дослідженнях для прототипування експериментів завдяки його інтуїтивно зрозумілій архітектурі та динамічному обчислювальному графіку. Основні функції PyTorch для моніторингу інформації на ринку криптовалют включають [35]:

PyTorch маніпулює даними через Тензори (Tensors), що є аналогічними до NumPy масивів, але з можливістю використання GPU для прискорення обчислень. Це корисно для обробки великих наборів даних і складних обчислень, які часто зустрічаються при аналізі ринку криптовалют.

PyTorch має вбудовану бібліотеку Автоматичне диференціювання (Autograd), яка автоматично обчислює градієнти для оптимізації моделей. Це важливо для налаштування параметрів моделі в процесі тренування для вдосконалення прогнозів.

PyTorch використовує класи, що називаються Модулі (Modules), як будівельні блоки для створення нейронних мереж. Кожен модуль може містити шари та методи forward та backward для визначення того, як дані проходять через мережу.

PyTorch надає різноманітні Оптимізатори (Optimizers), такі як SGD, Adam, RMSprop, які використовуються для оновлення ваг моделей у процесі тренування з метою мінімізації функції втрат.

Застосування PyTorch у моніторингу інформації на ринку криптовалют може включати наступне:

Прогнозування часових рядів. Використання рекурентних нейронних мереж (RNN) та LSTM для прогнозування цін на криптовалюти на основі історичних даних.

Кластеризація та виявлення шаблонів. Застосування алгоритмів неконтрольованого навчання для групування та виявлення аномалій у ринкових даних, які можуть вказувати на важливі ринкові події або настрої інвесторів.

Виявлення сигналів. Використання глибокого навчання для аналізу соціальних медіа та новинних потоків з метою ідентифікації сигналів, які можуть вплинути на ринкові рухи.

PyTorch дозволяє гнучко інтегрувати всі ці функції, надаючи потужний інструментарій для дослідників і аналітиків, що працюють у сфері криптовалют.

Висновки за розділом 2

Сучасні системи моніторингу інформації на ринку криптовалют вийшли на новий рівень складності. Діючих раніше підходів, що засновані на інтуїції дослідників стає недостатнім для забезпечення реалізації конкурентоздатних стратегій. Таким чином, методи системного аналізу та аналітичного програмування надають велику кількість універсальних (вбудованих алгоритмів, функцій, фреймворків тощо) і спеціалізованих

функцій для вирішення проблем системи моніторингу інформації на ринку криптовалют. Таким чином, реалізація задач моніторингу об'єднують такі ключові блоки: інструменти аналітичного програмування; економіко-математичні моделі та методи; математичні та статистичні методи; організаційні заходи щодо реалізації управлінських рішень на базі систем моніторингу.

Важливим аспектом реалізації задач моніторингу інформації на ринку криптовалют стають інструменти машинного навчання до яких, окрім традиційних методів відносять і специфічні елементи: інтеграція з іншими даними ринку, наприклад, соціальними медіа та новинними потоками, для виявлення емоційного настрою та його впливу на ринкові тренди; використання методів глибинного навчання для розпізнавання складних шаблонів у ринкових даних; розробка прогнозних інструментів для оцінки ризиків, пов'язаних з волатильністю ринку; використання інтерактивних інструментів для візуалізації даних та аналітичних звітів, що полегшують інтерпретацію результатів.

Сучасні інструменти мови програмування Python надають обширні можливості для виконання комплексних завдань, пов'язаних із моніторингом ринку криптовалют. Ці інструменти охоплюють широкий спектр діяльності, починаючи від первинного збору та аналізу даних, включаючи передові техніки групування, сортування та кластеризації, до складних методів імітаційного моделювання та машинного навчання. В межах цілісної системи обробки даних, Pandas та NumPy виступають як основа для високошвидкісної обробки масивів даних, лягаючи в основу інших важливих завдань. Ці бібліотеки сприяють організації та структуризації даних для подальшого аналітичного огляду. SciPy, Statsmodels, Prophet та інші розширюють можливості Python до статистичного аналізу та оптимізації, дозволяючи виконувати розрахунково інтенсивні завдання з високою точністю та ефективністю. Машинне навчання, реалізоване через tensorflow та keras, дозволяє виявляти складні шаблони та закономірності в даних, необхідні для

прогнозування та моделювання ринкових тенденцій. Використання цих бібліотек може суттєво підвищити ефективність моделювання та аналітики, забезпечуючи надійність та точність ухвалення управлінських рішень у сфері криптовалют.

РОЗДІЛ 3

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАДАЧ МОНІТОРИНГУ ІНФОРМАЦІЇ НА РИНКУ КРИПТОВАЛЮТ

3.1. Реалізація задач збирання та очищення даних в системі моніторингу інформації на ринку криптовалют

Для реалізації запропонованої концепції моніторингу інформації на ринку криптовалют передбачено створення корисних програмних кодів. Програмна реалізація включає застосування передових інструментів мови програмування Python, що використовуються для розробки інформаційного продукту, який сприяє прийняттю інвестиційних рішень. На основі теоретичних засад та практичних інструментів, представлених у попередніх розділах, цей розділ демонструє реалізацію задач збирання первинної інформації, необхідної для ефективного моніторингу ринку криптовалют.

Ключовою частиною цього процесу є використання даних з відомих джерел, таких як Yahoo Finance та криптовалютна біржа Binance. Yahoo Finance [44] надає широкий спектр фінансової інформації, включаючи дані про ціни криптовалют, новини ринку, фінансові звіти та інші важливі показники, які можуть використовуватись для аналізу тенденцій на ринку криптовалют. З іншого боку, Binance API [20], як одна з провідних криптовалютних бірж, пропонує обширну інформацію про торгові об'єми, цінові рухи та інші ринкові індикатори, які є ключовими для розуміння динаміки ринку криптовалют.

Об'єднання даних з цих двох джерел дає можливість глибоко аналізувати ринкові тенденції, виявляти потенційні можливості для інвестицій та вибудовувати ефективні стратегії управління криптовалютним портфелем.

Розглянемо приклад постанови та розв'язання конкретної задачі щодо блоку збирання первинної інформації системи моніторингу.

Програмний шаблон 3.1. Завантаження даних `finance.yahoo.com`.

Для збирання первинної інформації в системі моніторингу ринку криптовалют, можна використовувати бібліотеку `yfinance` в Python, яка дозволяє отримати дані про криптовалюти з Yahoo Finance. Цей приклад демонструє, як завантажити інформацію про криптовалюти зі списку `crypto_list`, що включає Bitcoin (BTC-USD), Ethereum (ETH-USD), Binance Coin (BNB-USD), Tether (USDT-USD) та інші популярні криптовалюти.

```
1. import yfinance as yf
2. import pandas as pd
3.
4. # Список популярних криптовалют для моніторингу
5. crypto_list = [
6.     'BTC-USD', # Bitcoin
7.     'ETH-USD', # Ethereum
8.     'BNB-USD', # Binance Coin
9.     'USDT-USD', # Tether
10.    'XRP-USD', # Ripple
11.    'ADA-USD', # Cardano
12.    'SOL-USD', # Solana
13.    'DOT-USD' # Polkadot
14.    # Додайте інші криптовалюти за потребою
15. ]
16.
17. # Створення DataFrame для зберігання даних
18. df = pd.DataFrame()
19.
20. # Завантаження даних для кожної криптовалюти
21. for crypto in crypto_list:
22.     data = yf.download(crypto, start='2023-01-01', end='2023-12-31')
23.     data['Symbol'] = crypto # Додавання символу криптовалюти
24.     df = df.append(data)
25.
26. # Відображення результатів
27. print(df.head())
```

Цей код виконує наступні дії:

- імпортує необхідні бібліотеки.
- визначає список символів криптовалют, які потрібно відстежувати.
- створює порожній DataFrame для зберігання даних.

- завантажує історичні дані для кожної криптовалюти з Yahoo Finance за вказаний період.
- додає символ криптовалюти до даних для визначення джерела.
- виводить перші кілька рядків даних для перевірки.

Цей підхід дозволяє ефективно збирати та аналізувати інформацію про ринкові показники криптовалют, які є ключовими для моніторингу інформації на ринку криптовалют.

Програмний шаблон 3.2. Завантаження даних з біржі Binance

Для завантаження даних з біржі Binance можна використати офіційну бібліотеку Binance Python SDK. Ця бібліотека дозволяє взаємодіяти з API Binance для отримання інформації про торги, ціни та інші дані. Нижче наведено приклад коду, який демонструє, як завантажити дані про ціни криптовалют з Binance.

```

1. from binance.client import Client
2. import pandas as pd
3.
4. # Ваші ключі API (замініть на власні)
5. api_key = 'YOUR_API_KEY'
6. api_secret = 'YOUR_API_SECRET'
7.
8. # Ініціалізація клієнта Binance
9. client = Client(api_key, api_secret)
10.
11. # Список популярних криптовалют для моніторингу на Binance
12. symbols = [
13.     'BTCUSDT', # Bitcoin
14.     'ETHUSDT', # Ethereum
15.     'BNBUSDT', # Binance Coin
16.     'ADAUSDT', # Cardano
17.     'XRPUSDT', # Ripple
18.     'SOLUSDT', # Solana
19.     'DOTUSDT' # Polkadot
20.     # Додайте інші криптовалюти за потребою
21. ]
22.
23. # Створення DataFrame для зберігання даних
24. df = pd.DataFrame()
25.
26. # Завантаження даних для кожної криптовалюти
27. for symbol in symbols:
28.     klines = client.get_historical_klines(symbol, Client.KLINE_INTERVAL_1DAY, "1 Jan, 2021")

```

```

29.     temp_df = pd.DataFrame(klines, columns=['timestamp', 'open', 'hi
      gh', 'low', 'close', 'volume', 'close_time', 'quote_asset_volume', '
      number_of_trades', 'taker_buy_base_asset_volume', 'taker_buy_quote_a
      sset_volume', 'ignore'])
30.     temp_df['timestamp'] = pd.to_datetime(temp_df['timestamp'], unit
      ='ms')
31.     temp_df['symbol'] = symbol
32.     df = df.append(temp_df)
33.
34. # Відображення результатів
35. print(df.head())

```

Цей код робить наступне:

- імпортує необхідні бібліотеки.
- ініціалізує клієнт Binance з ключами API.
- визначає список символів криптовалют, які будуть відстежуватися.
- завантажує історичні дані (OHLCV) для кожної криптовалюти.
- перетворює часову мітку з мілісекунд у звичайний формат дати.
- додає назву криптовалюти до даних.
- виводить перші кілька рядків даних для перевірки.

Зауважте, що для використання цього коду вам потрібно буде замінити 'YOUR_API_KEY' та 'YOUR_API_SECRET' на ваші особисті ключі API Binance. Це дозволяє забезпечити безпечне з'єднання з API Binance та збір даних.

Програмний шаблон 3.3. Завантаження даних з локальних файлів.

Основні особливості реалізації програмного шаблону 3.3. реалізуються наступними чином:

```

1. import pandas as pd
2. import os
3. from google.colab import drive
4.
5. # Підключення до Google Drive, якщо дані зберігаються там
6. drive.mount('/content/drive')
7.
8. def read_data_from_files(file_paths):
9.     """
10.     Функція для читання даних з файлів різного формату та об'єднання
        їх у єдиний DataFrame.
11.     :param file_paths: список шляхів до файлів.
12.     :return: об'єднаний DataFrame із всіх файлів.

```



```

13.     """
14.     data_frames = []
15.     for file_path in file_paths:
16.         if file_path.endswith('.csv'):
17.             df = pd.read_csv(file_path)
18.         elif file_path.endswith('.xls') or file_path.endswith('.xlsx
19.             '):
20.             df = pd.read_excel(file_path)
21.         else:
22.             continue
23.         data_frames.append(df)
24.     return pd.concat(data_frames, ignore_index=True)
25. # Приклади шляхів до файлів
26. file_paths = [
27.     '/content/drive/My Drive/data/file1.csv', # Приклад шляху до фа
28.     'C:/data/file2.xls', # Шлях до файлу на ло
29.     'C:/data/file3.xlsx'
30. ]
31.
32. # Читання даних з файлів та об'єднання у єдиний DataFrame
33. df = read_data_from_files(file_paths)
34.
35. # Перегляд результату
36. print(df.head())

```

Цей код здійснює наступні дії:

- підключається до Google Drive, якщо необхідно зчитувати дані звідти.
- визначає функцію `read_data_from_files`, яка приймає список шляхів до файлів, читає кожен файл в залежності від його формату (.csv, .xls, .xlsx) та об'єднує дані у єдиний DataFrame.
- виконує читання даних з файлів за вказаними шляхами та виводить результат.

Програмний шаблон 3.4. Очищення та підготовка даних. стосується очищення даних і формування DataFrame з даними цін, обсягів та відсоткових змін (`pct_change`). Припустимо, що ми працюємо з даними, завантаженими з біржі криптовалют або фінансового ресурсу, і наша мета - підготувати ці дані для подальшого аналізу. Ось загальні кроки, які потрібно виконати:

Крок 1: Завантаження та Перевірка Даних

Перш за все, необхідно завантажити дані і перевірити їх на наявність відсутніх значень або аномалій. Для цього можна використовувати бібліотеку `pandas`.

Крок 2: Очищення Даних

Після завантаження даних слід виконати їх очищення. Це може включати видалення або інтерполяцію відсутніх значень, видалення або коригування аномальних значень.

Крок 3: Розрахунок Відсоткових Змін

Для аналізу фінансових ринків часто корисно використовувати відсоткові зміни цін. Це можна зробити, використовуючи метод `pct_change()` в `pandas`.

Приклад Коду

```

1. import pandas as pd
2.
3. # Припустимо, df - це ваш DataFrame з цінами криптовалют
4. # Наприклад: df = pd.read_csv('your_data.csv')
5.
6. # Очищення даних
7. # Видалення рядків з відсутніми значеннями
8. df.dropna(inplace=True)
9.
10. # Видалення аномальних значень (опціонально, залежно від даних)
11. # df = df[df['Price'] < some_threshold]
12.
13. # Розрахунок відсоткової зміни ціни
14. df['Price_Pct_Change'] = df['Price'].pct_change()
15.
16. # Розрахунок відсоткової зміни обсягу торгів
17. df['Volume_Pct_Change'] = df['Volume'].pct_change()
18.
19. # Очищення від можливих нескінченних значень після розрахунку відсоткових змін
20. df.replace([np.inf, -np.inf], np.nan, inplace=True)
21. df.dropna(inplace=True)
22.
23. # Перегляд підготовлених даних
24. print(df.head())

```

Цей код спершу видаляє відсутні значення, потім розраховує відсоткові зміни для цін та обсягів, і в кінці очищає дані від нескінченних значень, які

можуть виникнути в результаті розрахунків. Важливо ретельно перевіряти і аналізувати дані на кожному етапі очищення, щоб уникнути помилок у подальшому аналізі.

В результаті реалізації представлених програмних завдань 3.1-3.4, з'являється можливість отримати і постійно оновлювати данні щодо цін на криптовалютні фінансові активи, швидко аналізувати динаміку змін, виявляти тенденції, реалізовувати інші задачі моніторингу.

3.2. Реалізація задач прогнозування в системі моніторингу інформації на ринку криптовалют

На основі даних щодо динаміки цін на ринку криптовалют може буде реалізована друга ключова задача моніторингу інформації, а саме задача прогнозування. З метою програмної реалізації вказаної задачі розглянемо наступні програмні шаблони, що можуть бути використані в аналізі.

Програмний шаблон 3.5. Прогнозування на основі моделей класу SARIMAX.

Програмний шаблон 3.6. Прогнозування на основі інструментів бібліотеки facebook prophet.

Програмний шаблон 3.7. Прогнозування на основі моделей ШНМ (LSTM).

Розглянемо кожен з наведених шаблонів детально.

Програмний шаблон 3.5. Прогнозування на основі моделей класу SARIMAX.

Для реалізації задачі моніторингу інформації на ринку криптовалют пропонується використати моделі SARIMAX (Seasonal AutoRegressive Integrated Moving Average with eXogenous variables model) для прогнозування цін на основі історичних даних. SARIMAX є розширенням класичної моделі ARIMA, дозволяючи включити сезонність та зовнішні фактори у прогноз.

Код програмного шаблону 3.5:

```

1. # !pip install pmdarima
2.
3. from statsmodels.tsa.statespace.sarimax import SARIMAX
4. from pmdarima import auto_arima
5. from sklearn.metrics import mean_absolute_percentage_error
6.
7. # Підготовка даних
8. data = df['Adj Close']['BTC-USD'].astype(float)
9. predict_period = 7
10. m_period = 30.5
11.
12. # Розділення даних на навчальні та тестові
13. train = data[:-predict_period]
14. test = data[-predict_period:]
15.
16. # Визначення оптимальних параметрів моделі за допомогою pmdarima
17. model_auto = auto_arima(train,
18.                          d=1,
19.                          n_jobs = -1,
20.                          seasonal = True,
21.                          stepwise = False,
22.                          m=m_period)
23.
24. model_auto.summary()
25.
26. # Навчання моделі SARIMAX з використанням знайдених параметрів
27. model = SARIMAX(train,
28.                 order=model_auto.order,
29.                 seasonal_order=model_auto.seasonal_order
30.                 )
31. model_fit = model.fit(dispatch=False)
32.
33. # Прогнозування
34. forecast = model_fit.get_forecast(steps=predict_period)
35. forecast_index = pd.date_range(start=train.index[-1],
36.                                periods=predict_period,
37.                                freq='D')
38.
39. # Довірчі інтервали
40. forecast_ci = forecast.conf_int()
41.
42. # Розрахунок MAPE
43. mape = mean_absolute_percentage_error(test, forecast.predicted_mean)
44.
45. # Візуалізація
46. plt.figure(figsize=(10, 5))
47. # plt.plot(train.index, train, label='Training Data')
48. plt.plot(test.index, test, label='Actual Price', color='orange')
49. plt.plot(forecast_index, forecast.predicted_mean, label='Predicted P
   rice', color='green')
50. plt.fill_between(forecast_index, forecast_ci.iloc[:, 0], forecast_ci
   .iloc[:, 1], color='pink', alpha=0.3)
51. plt.title('Price Forecast & Confidence Intervals')

```

```

52.plt.xlabel('Date')
53.plt.ylabel('Price')
54.plt.legend()
55.plt.show()
56.
57.print(f'MAPE: {mape:.2%}')

```

Крок 1: Підготовка Даних

Вибираємо цінові дані Bitcoin (BTC-USD) та визначаємо період для прогнозу.

Крок 2: Автоматичний Підбір Параметрів

Використовуємо бібліотеку `rmnarima` для автоматичного підбору параметрів моделі SARIMAX, що забезпечує оптимізацію процесу моделювання.

Крок 3: Навчання Моделі SARIMAX

Застосовуємо знайдені параметри для навчання моделі на тренувальних даних.

Крок 4: Прогнозування та Оцінка Точності

Виконуємо прогноз на тестових даних та розраховуємо помилку прогнозування (MAPE - Mean Absolute Percentage Error).

Крок 5: Візуалізація

Створюємо графік, який включає історичні дані, прогнозовані значення та довірчі інтервали.

Результати Моделі для BTC-USD SARIMAX з оптимальними параметрами показує наступні результати для прогнозування ціни на Bitcoin:

SARIMAX Results						
Dep. Variable:	y	No. Observations:	1342			
Model:	SARIMAX(2, 1, 2)	Log Likelihood	-11391.560			
Date:	Tue, 19 Dec 2023	AIC	22795.120			
Time:	22:11:47	BIC	22826.327			
Sample:	04-10-2020	HQIC	22806.811			
	- 12-12-2023					
Covariance Type:	opg					
	coef	std err	z	P> z	[0.025	0.975]
intercept	24.4948	37.137	0.660	0.510	-48.292	97.282

ar.L1	0.8193	0.022	36.478	0.000	0.775	0.863
ar.L2	-0.9487	0.021	-44.306	0.000	-0.991	-0.907
ma.L1	-0.8468	0.022	-39.281	0.000	-0.889	-0.805
ma.L2	0.9593	0.020	47.267	0.000	0.920	0.999
sigma2	1.416e+06	2.86e+04	49.453	0.000	1.36e+06	1.47e+06
Ljung-Box (L1) (Q):	0.03	Jarque-Bera (JB):	1960.31			
Prob(Q):	0.86	Prob(JB):	0.00			
Heteroskedasticity (H):	0.20	Skew:	-0.24			
Prob(H) (two-sided):	0.00	Kurtosis:	8.90			

Warnings:

[1] Covariance matrix calculated using the outer product of gradients (complex-step).

Як бачимо з даних звіту:

AIC: 22795.120

BIC: 22826.327

Ljung-Box Test: Prob(Q) = 0.86, що вказує на адекватність моделі.

MAPE: 2.13% показує середньопроцентну помилку між прогнозованими та фактичними цінами.

Візуалізація прогнозу – рис.3.1.

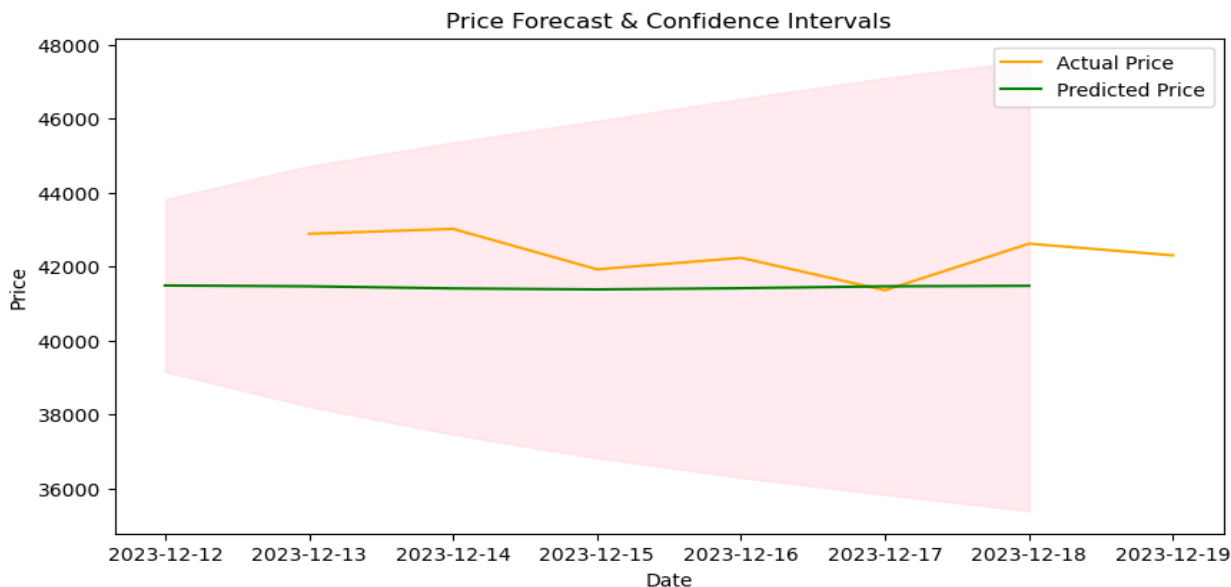


Рис.3.1. Візуалізація прогнозу за активом BTC-USD на основі програмного шаблону 3.5

Рис.3.1. показує, що незважаючи на відносно низький рівень MAPE програмний шаблон 3.5 візуалізує погані результати щодо прогнозу щоденної зміни ціни.

Ця модель є корисним інструментом у системі моніторингу інформації на ринку криптовалют, надаючи можливість для обґрунтованих інвестиційних рішень на основі прогнозованих цінових тенденцій, якщо такі тенденції враховуються особливості моделей SARIMAX.

Програмний шаблон 3.6. Прогнозування на основі інструментів бібліотеки facebook prophet.

Прогнозування на ринку криптовалют може бути ефективно виконано за допомогою бібліотеки Facebook Prophet, яка забезпечує гнучке прогнозування часових рядів.

Код програмного шаблону 3.6. можна представити наступним чином:

```

1. import pandas as pd
2. from prophet import Prophet
3. from sklearn.metrics import mean_absolute_percentage_error
4. import matplotlib.pyplot as plt
5.
6. # Підготовка даних
7. data = df['Adj Close']['BTC-USD'].reset_index()
8. data.columns = ['ds', 'y'] # Prophet вимагає, щоб колонки мали назв
   у 'ds' та 'y'
9.
10. predict_period = 3
11.
12. # Розділення даних на навчальні та тестові
13. train = data[:-predict_period]
14. test = data[-predict_period:]
15.
16. # Ініціалізація моделі Prophet
17. model = Prophet(seasonality_mode= 'additive',
18.                 daily_seasonality=False,
19.                 weekly_seasonality=True,
20.                 yearly_seasonality=True)
21. model.add_seasonality(name='monthly',
22.                       period=30.5,
23.                       fourier_order=5)
24.
25. # Навчання моделі на тренувальних даних
26. model.fit(train)
27.
28. # Створення майбутньої датасету для прогнозу
29. future = model.make_future_dataframe(periods=predict_period)

```

```

30.
31.# Виконання прогнозу
32.forecast = model.predict(future)
33.
34.# Візуалізація результатів
35.fig1 = model.plot(forecast)
36.plt.show()
37.
38.# Візуалізація компонентів прогнозу
39.fig2 = model.plot_components(forecast)
40.plt.show()
41.
42.# Оцінка прогнозу (якщо маємо реальні тестові дані)
43.# Можна порівняти forecast.tail(predict_period) з тестовими даними
44.
45.# Витягування прогнозованих значень для періоду тестування
46.forecasted_test = forecast.set_index('ds').join(test.set_index('ds')
    )
47.
48.# Розрахунок MAPE
49.mape = mean_absolute_percentage_error(forecasted_test['y'][-
    predict_period:],
50.                                     forecasted_test['yhat'][-
    predict_period:])
51.print(f'The MAPE for the forecast is: {mape * 100:.2f}%')

```

Представлений шаблон реалізує наступний алгоритм.

Крок 1: Підготовка Даних

Дані за криптовалютою Bitcoin (BTC-USD) беруться для аналізу.

Колонки даних перейменовуються на 'ds' та 'y', як вимагає бібліотека Prophet.

Крок 2: Розділення Даних

Дані розділяються на навчальні та тестові ділянки.

Крок 3: Ініціалізація та Навчання Моделі

Модель Prophet ініціалізується з вказаними параметрами сезонності.

Модель навчається на тренувальних даних.

Крок 4: Прогнозування

Створюється прогнозний датасет для прогнозування. Модель робить прогноз на вказаний період.

Крок 5: Візуалізація Результатів

Генерується графік з прогнозованими даними та їх компонентами, що включає сезонність та тренди.

Крок 6: Оцінка Точності Прогнозу

За наявності тестових даних можна оцінити точність прогнозу за допомогою показника MAPE (Mean Absolute Percentage Error).

Результати Моделі для BTC-USD візуалізовано на рис.3.2

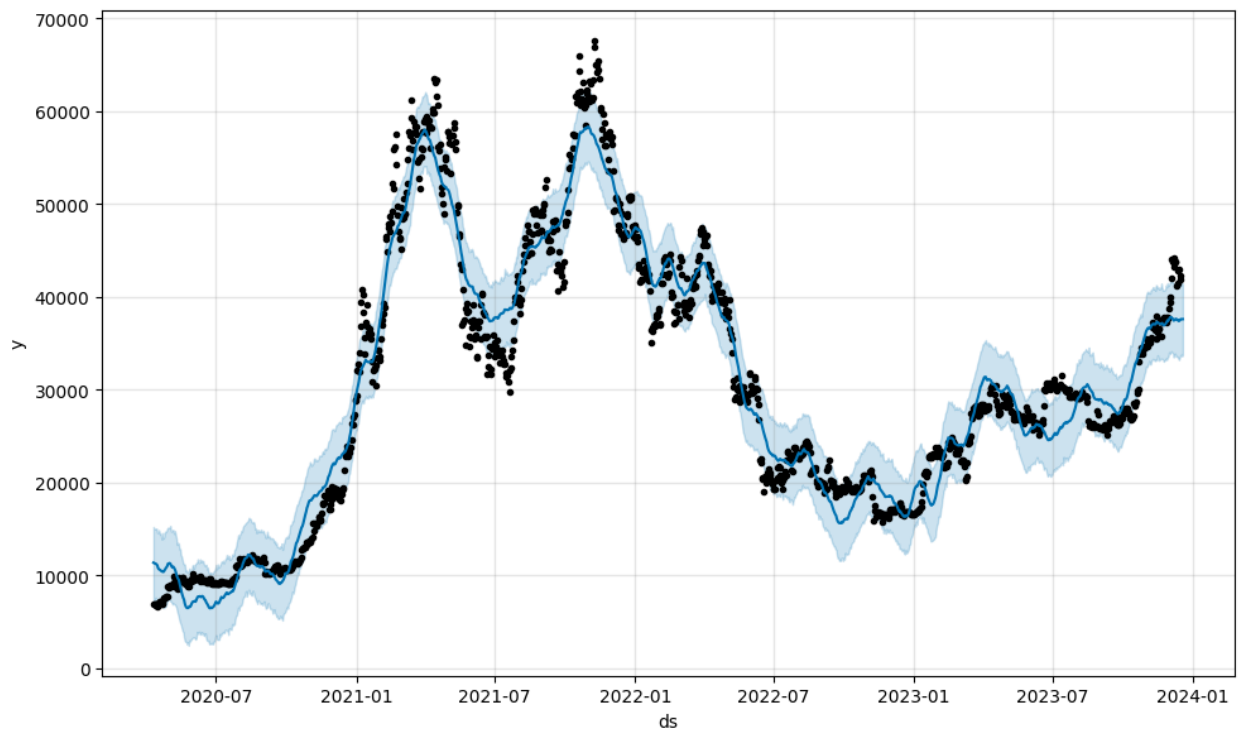


Рис.3.2. Результати реалізації задачі прогнозування цін BTC-USD на основі програмного шаблону 3.6.

Як видно з рис.3.2, модель Prophet забезпечує деталізований аналіз та прогноз цін на Bitcoin, включаючи оцінку різних сезонних та трендових компонентів. Це дозволяє зрозуміти вплив різних факторів на динаміку цін та зробити більш обґрунтовані прогнози. Проте, незважаючи на менший рівень MAPE чутливість прогнозу до волатильності є недостатньою для прийняття обґрунтованих управлінських рішень. Однак, програмний шаблон 3.6 є важливим інструментом для систем моніторингу інформації на ринку криптовалют, оскільки дозволяє аналізувати та прогнозувати рухи ринку з

високою точністю та забезпечує можливість адаптуватися до змінних ринкових умов.

Програмний шаблон 3.7. Прогнозування на основі моделей ШНМ (LSTM).

Цей шаблон використовує модель Штучних Нейронних Мереж з Довгостроковою Короткостроковою Пам'яттю (LSTM) для прогнозування ціни Bitcoin (BTC-USD).

Код програми на Python для відповідного наблону наступний.

```

1. import numpy as np
2. import pandas as pd
3. from tensorflow.keras.models import Sequential
4. from tensorflow.keras.layers import LSTM, Dense, Dropout
5. from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler
6. from sklearn.metrics import mean_absolute_percentage_error
7. import matplotlib.pyplot as plt
8.
9. predict_period = 9
10. look_back = 5
11.
12. # Підготовка даних
13. data = df['Adj Close']['BTC-USD'].astype(float).values.reshape(-
    1, 1)
14. scaler = MinMaxScaler(feature_range=(0, 1))
15. data_scaled = scaler.fit_transform(data)
16.
17. # Визначення розміру даних для тренування
18. train_size = int(len(data_scaled) - predict_period)
19.
20. # Функція для створення датасету
21. def create_dataset(dataset, look_back=1):
22.     X, Y = [], []
23.     for i in range(len(dataset) - look_back - 1):
24.         a = dataset[i:(i + look_back), 0]
25.         X.append(a)
26.         Y.append(dataset[i + look_back, 0])
27.     return np.array(X), np.array(Y)
28.
29. # Підготовка навчальних та тестових даних
30.
31. X_train, y_train = create_dataset(data_scaled[:train_size], look_bac
    k)
32. X_test, y_test = create_dataset(data_scaled[train_size:], look_back)
33.
34. # Reshape input to be [samples, time steps, features]
35. X_train = np.reshape(X_train, (X_train.shape[0], X_train.shape[1], 1
    ))
36. X_test = np.reshape(X_test, (X_test.shape[0], X_test.shape[1], 1))

```

```

37.
38.# Створення LSTM моделі
39.model = Sequential()
40.model.add(LSTM(50, return_sequences=True, input_shape=(look_back, 1)
   ))
41.model.add(LSTM(50))
42.model.add(Dense(1))
43.
44.# Компіляція моделі
45.model.compile(optimizer='adam', loss='mean_squared_error')
46.
47.# Навчання моделі
48.history = model.fit(X_train, y_train,
49.                    epochs=100,
50.                    batch_size=32, validation_data=(X_test, y_test),
   verbose=1)
51.
52.# Прогнозування
53.train_predict = model.predict(X_train)
54.test_predict = model.predict(X_test)
55.
56.print(mean_absolute_percentage_error(y_train, train_predict[:,0]))
57.print(mean_absolute_percentage_error(y_test, test_predict[:,0]))
58.
59.# Інвертування прогнозів
60.train_predict = scaler.inverse_transform(train_predict)
61.y_train = scaler.inverse_transform([y_train])
62.test_predict = scaler.inverse_transform(test_predict)
63.y_test = scaler.inverse_transform([y_test])
64.
65.# Розрахунок MAPE
66.train_mape = mean_absolute_percentage_error(y_train[0], train_predict[:,0])
67.test_mape = mean_absolute_percentage_error(y_test[0], test_predict[:,0])
68.
69.print(f'Training MAPE: {train_mape:.2%}')
70.print(f'Testing MAPE: {test_mape:.2%}')

```

Представлений код реалізує наступний алгоритм.

Крок 1: Підготовка Даних

Вибірка даних по криптовалюти BTC-USD та перетворення їх у формат, придатний для обробки LSTM.

Масштабування даних за допомогою MinMaxScaler.

Крок 2: Створення Навчальних та Тестових Датасетів

Розділення даних на навчальні та тестові вибірки.

Використання спеціальної функції `create_dataset` для підготовки датасетів з урахуванням заданого "look back" періоду.

Крок 3: Створення LSTM Моделі

Ініціалізація моделі `Sequential`.

Додавання шарів LSTM та Dense для побудови моделі прогнозування.

Компіляція моделі з використанням оптимізатора 'adam' та функції втрат 'mean_squared_error'.

Крок 4: Навчання Моделі

Навчання моделі на навчальних даних з використанням валідаційних даних.

Крок 5: Прогнозування та Оцінка Точності

Виконання прогнозів на навчальних та тестових датасетах.

Оцінка точності моделі за допомогою показника MAPE (Mean Absolute Percentage Error) для навчальних та тестових даних.

Крок 6: Інвертування Прогнозів

Інвертування прогнозів для отримання фактичних значень цін.

Результати Моделі для BTC-USD

Модель LSTM демонструє низький рівень MAPE, свідчачи про високу точність прогнозування цін на Bitcoin.

В результаті отримаємо прогноз, що візуалізовано на рис.3.3, та має наступні оцінки MAPE:

```
Training MAPE: 3.14%  
Testing MAPE: 2.12%
```

Таким чином, переваги Використання LSTM для реалізації задач прогнозування під час моніторингу інформації на ринку криптовалют проявляються у наступному:

LSTM ефективно використовується для моделювання та прогнозування часових рядів, особливо в умовах високої волатильності, що є характерним для ринку криптовалют.

Дозволяє враховувати довгострокові та короткострокові тенденції у динаміці цін.

Модель може бути адаптована для різних криптовалют та використана для розробки стратегій інвестиційного менеджменту.



Рис.3.3. Результати реалізації задачі прогнозування цін BTC-USD на основі програмного шаблону 3.7.

Таким чином, запропоновані шаблони 3.5-3.7 дозволяють ефективно реалізувати задачі прогнозування у системи моніторингу інформації та підготувати підґрунтя для реалізації обраної інвестиційної стратегії.

3.3. Реалізація задач підтримки інвестиційних стратегій на ринку криптовалют

Розглянемо особливості реалізації задачі обґрунтування інвестиційної стратегії на основі програмних шаблонів щодо оптимізації та візуалізації даних оптимального портфеля фінансових інвестицій [39; 44]. Тобто, з урахуванням сформульованих у попередніх розділах задач моніторингу інформації на ринку криптовалют розглянемо задачу, що заснована на побудові оптимального інвестиційного портфелю. При реалізації прикладу будемо застосовувати МПВР Python та данні щодо ціна на ключові криптовалюти фінансові активи, данні про які було зібрано за допомогою програмних шаблонів 3.1-3.4.

Програмний шаблон 3.8. Формування та візуалізація оптимального портфелю криптовалютних фінансових активів (Метод Монте-Карло).

Цей шаблон використовує метод Монте-Карло для аналізу різних портфелів криптовалют та визначення оптимального портфелю з точки зору співвідношення доходності до ризику.

Код шаблону 3.8 наступний:

```

1. # Випадковий процес
2. nums = 5000 # Кількість ітерацій симуляції Монте-Карло
3. all_w = np.zeros ((nums, len(ret2.columns))) # Ініціалізація масиву
   для зберігання ваг портфелів
4. ret_arr = np.zeros (nums) # Масив для зберігання середньої доходнос
   ті кожного портфеля
5. vol_arr = np.zeros (nums) # Масив для зберігання волатильності кожн
   ого портфеля
6. sharpe_arr = np.zeros (nums) # Масив для зберігання коефіцієнта Шар
   па кожного портфеля
7. # Головний цикл симуляції
8. for i in range(nums):
9.     w = np.array(np.random.random(len(ret2.columns))) # Генерування в
   упадкових ваг активів у портфелі
10.    w = w / w.sum() # Нормалізація ваг
11.    all_w[i,:] = w # Зберігання ваг портфеля
12.    ret = (ret2 * w).sum(axis=1) * 365 # Розрахунок середньої річної
   доходності портфеля
13.    ret_arr[i] = ret.mean() # Зберігання середньої доходності

```

```

14. vol_arr[i] = ret.std() # Зберігання волатильності
15. sharpe_arr[i] = ret_arr[i] / vol_arr[i] # Розрахунок коефіцієнта
    Шарпа
16.
17.# Візуалізація результатів
18.plt.figure(figsize=(12,8))
19.plt.scatter(vol_arr, ret_arr, c=sharpe_arr, cmap = 'plasma') # Граф
    ік доходності від волатильності
20.plt.colorbar(label='Коефіцієнт Шарпа') # Шкала коефіцієнта Шарпа
21.plt.xlabel('Волатильність')
22.plt.ylabel('Доходність')
23.
24.# Виділення оптимальних портфелів
25.plt.figure(figsize=(15,8))
26.plt.scatter(vol_arr, ret_arr, c=sharpe_arr, cmap='plasma')
27.plt.colorbar(label='Sharpe Ratio')
28.plt.xlabel('Volatility')
29.plt.ylabel('Return')
30.
31.# Maximum Sharpe Ratio
32.max_sharpe_idx = sharpe_arr.argmax()
33.plt.scatter(vol_arr[max_sharpe_idx], ret_arr[max_sharpe_idx], c='red
    ', edgecolors='black')
34.plt.annotate(f'Maximum Sharpe Ratio {ret_arr[max_sharpe_idx]:.2f}',
    # this is the text
35.             (vol_arr[max_sharpe_idx], ret_arr[max_sharpe_idx]), # t
    his is the point to label
36.             textcoords="offset points", # how to position the text
37.             xytext=(0,10), # distance from text to points (x,y)
38.             ha='center') # horizontal alignment can be left, right
    or center
39.
40.# Maximum Return
41.max_ret_idx = ret_arr.argmax()
42.plt.scatter(vol_arr[max_ret_idx], ret_arr[max_ret_idx], c='white', e
    dgecolors='black')
43.plt.annotate(f'Maximum Return {ret_arr[max_ret_idx]:.2f}',
44.             (vol_arr[max_ret_idx], ret_arr[max_ret_idx]),
45.             textcoords="offset points",
46.             xytext=(0,10),
47.             ha='center')
48.
49.# Minimum Volatility
50.min_vol_idx = vol_arr.argmin()
51.plt.scatter(vol_arr[min_vol_idx], ret_arr[min_vol_idx], c='black', e
    dgecolors='black')
52.plt.annotate(f'Minimum Volatility {ret_arr[min_vol_idx]:.2f}',
53.             (vol_arr[min_vol_idx], ret_arr[min_vol_idx]),
54.             textcoords="offset points",
55.             xytext=(0,10),
56.             ha='center')
57.
58.plt.show()

```

```
Index(['BNB-USD', 'BTC-USD', 'ETH-USD', 'SOL-USD', 'USDT-USD'], dtype='object')
array([0.29940422, 0.16924686, 0.14231108, 0.30941365, 0.07962419])
```

Опис програмного шаблону 3.8:

Встановлення кількості симуляцій (`nums = 5000`).

Ініціалізація масивів для зберігання ваг активів у портфелях, доходності, волатильності та коефіцієнта Шарпа для кожного портфелю.

Симуляція Монте-Карло. В циклі випадково генеруються ваги для кожного активу у портфелі.

Розрахунок середньої доходності, волатильності та коефіцієнта Шарпа для кожного портфелю.

Візуалізація результатів (рис.3.4). З рис. 3.4 видно, що:

Візуалізація всіх портфелів на графіку залежності доходності від волатильності.

Використання кольорової шкали для показу коефіцієнта Шарпа.

Виділення оптимальних портфелів з найвищим коефіцієнтом Шарпа, найвищою доходністю та найнижчою волатильністю.

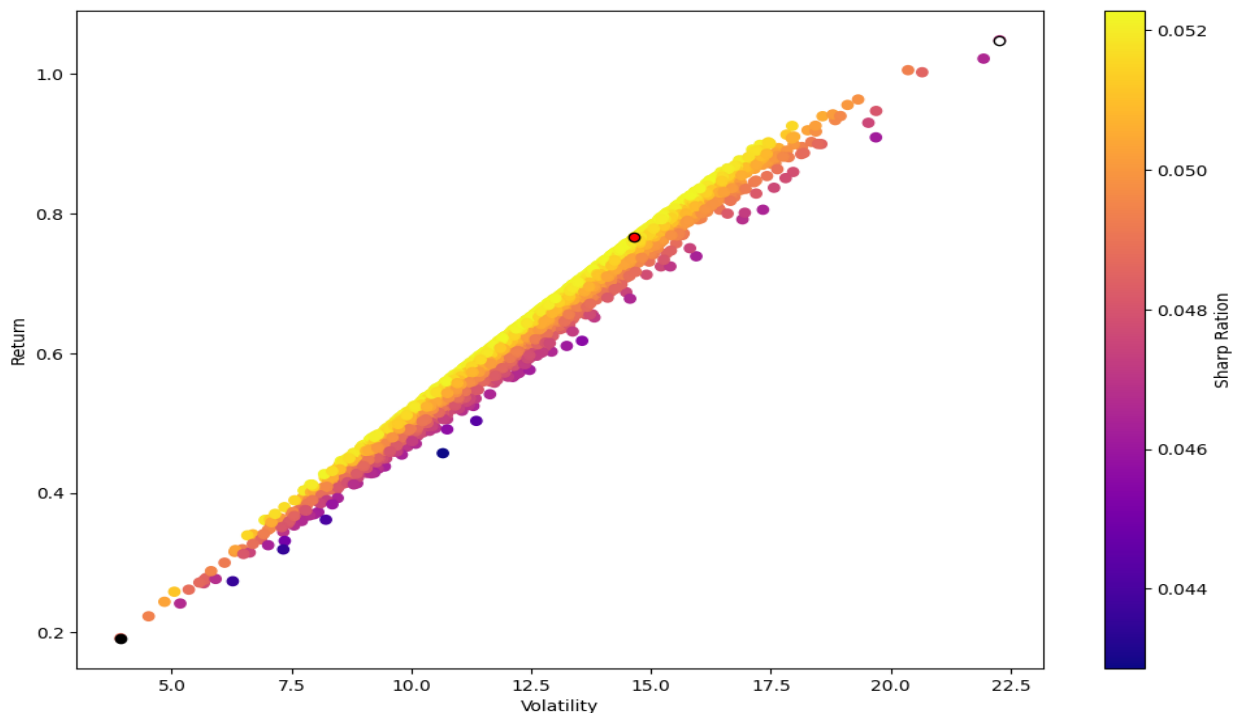


Рис. 3.4. Оптимальний портфель, що реалізований методом Монте Карло на основі програмного шаблону 3.8.

Реалізації задачі у моніторингу інформації на ринку криптовалют: цей метод дозволяє визначити оптимальну комбінацію криптовалютних активів, мінімізуючи ризики та максимізуючи потенційну доходність.

може бути використаний для розробки стратегій інвестиційного портфеля в умовах високої волатильності ринку криптовалют.

забезпечує аналітичне розуміння взаємозв'язку між ризиком та доходністю у різних інвестиційних стратегіях.

Програмний шаблон 3.9. Формування та візуалізація оптимального портфелю криптовалютних фінансових активів (на основі методів оптимізації). Розглянемо розширене представлення програмного шаблону з урахуванням застосування методів нелінійної оптимізації бібліотеки SciPy.

Програмний код шаблону 3.9 наступний:

```

1. import numpy as np
2. import pandas as pd
3. from scipy.optimize import minimize
4. import matplotlib.pyplot as plt
5.
6. # Підготовка даних
7. data = stocks # Завантаження та обробка даних криптовалют
8.
9. # Розрахунок очікуваної доходності та коваріаційної матриці
10. mean_returns = data.pct_change().mean()
11. cov_matrix = data.pct_change().cov()
12.
13. # Користувацькі функції для оптимізації
14. def get_ret_vol_sr(w):
15.     w = np.array(w)
16.     r = np.dot(mean_returns, w) * 365
17.     vol = np.sqrt(np.dot(w.T, np.dot(cov_matrix, w))) * np.sqrt(365)
18.     sr = r / vol
19.     return np.array([r, vol, sr])
20.
21. def neg_sharpe(w):
22.     return -get_ret_vol_sr(w)[2]
23.
24. def check_sum(w):
25.     return np.sum(w) - 1
26.
27. # Початкові ваги та обмеження
28. n = len(data.columns)
29. bounds = [(0,1) for i in range(n)]
30. init_w = [1/n for i in range(n)]
31. cons = ({'type': 'eq', 'fun': check_sum})
32.

```

```

33.# Виконання оптимізації
34.opt_results = minimize(neg_sharpe, init_w,
35.                        method='SLSQP', bounds=bounds, constraints=co
ns)
36.
37.# Виведення оптимальних ваг
38.optimal_weights = opt_results.x
39.df = pd.DataFrame({'stocks': data.columns,
40.                  'weights': optimal_weights})
41.print(df)
42.print(get_ret_vol_sr(optimal_weights))
43.
44.# Візуалізація
45.plt.pie(optimal_weights, labels=data.columns,
46.         autopct='%1.1f%%')
47.plt.title('Оптимальний Портфель Криптовалют')
48.plt.show()

```

```

stocks      weights
0  BNB-USD   3.283049e-01
1  BTC-USD   0.000000e+00
2  ETH-USD   1.705108e-01
3  SOL-USD   5.011844e-01
4  USDT-USD  5.903481e-17
[1.71659617 0.99525536 1.72477962]

```

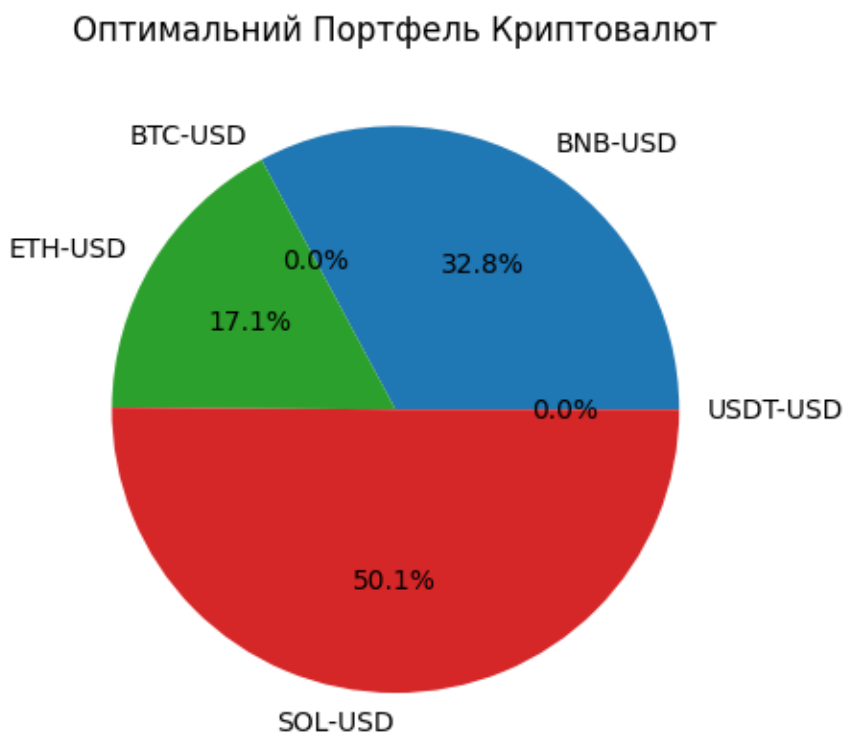


Рис.3.5. Структура оптимального портфеля криптовалют на основі програмного шаблону 3.9.

Ключові компоненти програмного шаблону 3.9:

використання історичних даних цін криптовалют для розрахунку очікуваної доходності та волатильності.

використання методів нелінійної оптимізації для максимізації функції корисності портфеля.

графічне представлення оптимального портфеля та порівняння з іншими стратегіями.

Опис програмного шаблону 3.9:

У цьому коді реалізовано нелінійну оптимізацію за допомогою функції `minimize` з бібліотеки `SciPy`.

Цільова функція `neg_sharpe` та обмеження `check_sum` використовуються для визначення оптимального набору ваг портфеля.

Оптимізація знаходить ваги активів, що максимізують коефіцієнт Шарпа, тобто співвідношення очікуваної доходності до волатильності портфеля.

Візуалізація вигляду оптимального портфеля представлена за допомогою кругової діаграми, що демонструє відсотковий розподіл ваг між різними активами.

Як видно з рис.3.4 та з урахуванням порівняння результатів роботи програмних шаблонів 3.8 та 3.9, оптимальний портфель, що заснований на математичній оптимізації «викидає» найбільш волатильні та найменш прибуткові віртуальні активи. Проте, загальний результат суттєво не змінюється.

Таким чином, здійснено програмну реалізацію задач формування стратегії оптимального портфелю криптовалютних фінансових активів на основі програмних шаблонів 3.8-3.9. Представлені шаблони є складовою системою моніторингу інформації на ринку криптовалют і може бути застосована як для підтримки процесів формування довготермінового інвестиційного портфелю, так і вибору стратегії ринкової торгівлі (у т.ч. алгоритмічного трейдингу).

3.4. Напрямки вдосконалення системи моніторингу інформації на ринку криптовалют

Аналізуючи запропоновані підходи та шаблони щодо реалізації задач моніторингу інформації на ринку криптовалют, можна окреслити ключові напрямки для удосконалення та розвитку цих систем:

Напрямок 3.1. Підвищення якості освітніх програм для фахівців фінансової сфери з акцентом на інформаційні технології та автоматизацію контролю. Необхідно врахувати специфіку сфери сучасних фінансових технологій (FinTech) та створити умови для гармонійного поєднання освітніх програм у сфері ІТ та фінансового управління на міжнародному рівні.

Напрямок 3.2. Оптимізація синтаксису і функціональності існуючих МПВР для забезпечення ефективного вирішення задач моніторингу. Необхідно підвищити адаптивність інструментів програмування для інтеграції різних методів економіко-математичного моделювання, що вже мають застосування в безкоштовних та комерційних програмних продуктах.

Напрямок 3.3. Розширення співпраці між професіоналами у сфері економіки, інвестиційного менеджменту, програмної інженерії та комп'ютерних наук у цілому. Важливо забезпечити не тільки формулювання технічних вимог до систем моніторингу, а й детальне розуміння вимог предметної галузі для кращої інтерпретації аналітичних даних.

Напрямок 3.4. Удосконалення інструментів розробки та веб-програмування для підвищення швидкості, надійності та користувацького досвіду при роботі з системами моніторингу. Це передбачає покращення інтерактивності веб-звітів та адаптацію інтерфейсів під різноманітні операційні системи і пристрої.

Напрямок 3.5. Створення і впровадження стандартів для моделей та баз знань у системах моніторингу, аналогічних до існуючих стандартів у веб-технологіях. Це дозволить уніфікувати підходи до розробки і використання

аналітичних інструментів, спростивши тим самим доступ до них для фахівців з різними технічними навичками.

Напрямок 3.6. Інтеграція хмарних технологій для оптимізації процесів моніторингу інформації на ринку криптовалют. Використання хмарних розрахунків дозволить забезпечити більшу масштабованість, гнучкість та доступність даних для аналізу. Хмарні платформи можуть запропонувати потужні інструменти для обробки великих обсягів даних, що є критично важливим для оперативного аналізу ринкових трендів. Крім того, хмарні сервіси можуть сприяти зниженню витрат на інфраструктуру і технічне обслуговування, а також підвищенню безпеки зберігання та передачі інформації.

Висновки за розділом 3

Аналіз динаміки показників цін на світових ринках криптовалют на базі програмних шаблонів МПВР *Python* дозволив виявити ключові тенденції в сукупності цифрових фінансових активів, виявити найпопулярніші фінансові інструменти, оцінити рівень доходності і волатильність ринку. Створені програмні шаблони 3.1-3.4 дозволяють оперативно відстежувати щоденні зміни, очищувати інформації та формуванні вхідний наборів даних для подальшого аналізу та реалізації задач моніторингу інформації на ринку криптовалют .

Під час реалізації задач прогнозування в системі моніторингу інформації на ринку криптовалют запропоновано 3 програмних шаблонів, що засновані на методах SARIMAX, інструментах *fb prophet* та моделях ШНМ LSTM. Кожен прогнозний шаблон має свої переваги та недоліки, проте найбільший рівень точності прогнозу за метрикою MAPE забезпечує програмний шаблон 3.7.

Реалізація програмних шаблонів щодо підтримки інвестиційних стратегій на ринку криптовалют реалізовано на основі методів Монте-Карло та нелінійної оптимізації. При цьому програмний шаблон 3.8 надає наочну

візуалізацію графіку співвідношення прибутковості – волатильності, а шаблон 3.9 найточнішу структуру, що забезпечує мінімізацію коефіцієнта Шарпа.

Особливу роль для системи моніторингу інформації на ринку криптовалют відіграє особливості реалізації у межах конкретних IDE та програмних продуктів, що може додатково спрощувати процес постановки задач та вирішення можливих проблем.

ВИСНОВКИ

В результаті проведеного дослідження досягнуто мету кваліфікаційної роботи, що дозволило отримати наступні висновки.

Ринок криптовалют, спалахнувши від народження Bitcoin, розростається стрімко, виблискуючи волатильністю та розосередженістю, відкриваючи нові горизонти для інвесторів і водночас створюючи виклики. Зростання вартості Bitcoin з 2020 до 2022 відбулася майже у 6 разів. Динаміка цього ринку зумовлена розширенням функціоналу криптовалют, від смарт-контрактів до оптимізації платіжних систем, однак він зіштовхується із викликами регулювання та безпеки, вимагаючи від учасників ринку глибокого аналізу для прийняття обдуманих рішень.

СППР для моніторингу інформації на ринку криптовалют слугують інформаційним осередком, що об'єднує індивідуальних інвесторів, фінансові підприємства, регулюючі органи та інноваційні стартапи. Вони залежать від прозорості та актуальності інформації, що впливає на їхні інвестиційні стратегії, підкреслюючи потребу в гнучкій та адаптивній системі моніторингу. Завдання моніторингу інформації ринку криптовалют включають збір даних, аналіз трендів, прогнозування змін ринку та інформаційне забезпечення реалізації інвестиційних стратегій за допомогою машинного навчання та ідентифікацію ризиків, що вимагає сучасних технологій та методів для ефективного управлінського планування та прийняття рішень у сфері криптовалют.

Системи моніторингу інформації на ринку криптовалют перетворюються, вимагаючи більшої точності аналітики. Завдяки МПВР Python, можливо інтегрувати аналітичні та економіко-математичні методи для створення комплексних моніторингових рішень, що збільшують точність інвестиційних стратегій. Інструменти машинного навчання, включаючи глибинне навчання і аналіз соціальних медіа, розширюють можливості моніторингу криптовалют, допомагаючи виявити емоційний настрій і його

вплив на ринок. Інтерактивні інструменти візуалізації та аналітичних звітів спрощують інтерпретацію результатів, покращуючи прийняття рішень. Широкий арсенал Python з Pandas, NumPy, SciPy та іншими бібліотеками забезпечує всебічний аналіз даних, від збору та обробки до глибокого машинного навчання. Такий підхід сприяє точному моделюванню ринкових процесів, підвищуючи ефективність управлінських рішень у криптовалютній сфері.

Програмні засоби МПВР Python сприяють аналізу криптовалютного ринку, виявленню лідерів за популярністю та доходністю, а також оцінці ринкової волатильності. Шаблони 3.1-3.4 забезпечують ефективний моніторинг, очищення даних та підготовку для аналізу, що підтримує прийняття обґрунтованих інвестиційних рішень на ринку криптовалют. Використання програмних шаблонів для прогнозування в системі моніторингу інформації на криптовалютному ринку включає методи SARIMAX, інструменти fb prophet та LSTM. Програмний шаблон 3.7 виявляє високу точність прогнозів за метрикою MAPE до 3%, дозволяючи точніше аналізувати ринкові тенденції. Шаблони підтримки інвестиційних стратегій для криптовалютного ринку, засновані на Монте-Карло та нелінійній оптимізації, пропонують зрозумілу візуалізацію та оптимальну структуру портфеля. Шаблон 3.8 демонструє взаємозв'язок прибутковості та волатильності, в той час як шаблон 3.9 мінімізує коефіцієнт Шарпа для оптимізації портфеля дає збалансовані оцінки.

Для подальшого ефективного використання систем моніторингу інформації на ринку криптовалют, необхідно зосередження на інтеграції освітніх програм у сфері FinTech та IT, поліпшенні інструментарію МПВР, створенні універсальних стандартів, міждисциплінарній взаємодії та вдосконаленні програмних засобів і веб-інтерфейсів є ключовим. Використання хмарних обчислень може значно підвищити масштабованість, гнучкість та економічність відповідних систем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Жерліцин Д. М. Автоматизація процесів інформаційного забезпечення податкового планування на підприємстві / Жерліцин Д. М., Шевченко О.В. // Нове в економічній кібернетиці: (Зб. Наук. ст.) / За заг. ред. Ю. Г. Лисенка; Донецький нац. ун-т // Моделі управління інформаційних системах. Донецьк: ДонНУ, 2005. № 3. С. 81-96
2. Жерліцин Д. М. Модель експертної системи управління ризиками банківської діяльності / Жерліцин Д. М., Лагойко С. Б. // Бізнес інформ. 2010. №4 (20). С. 23–26.
3. Жерліцин Д. М. Фінансовий моніторинг у системі управління капіталом підприємства / Жерліцин Д. М., Мандра Н. Г. // Бізнес-Інформ. Харків, 2007. №12 (3). С. 43–45.
4. Жерліцин Д. М. Інноваційне управління фінансовою системою підприємства : монографія / Д. М. Жерліцин ; за редакцією Ю. Г. Лисенка. Донецьк : Юго-Восток, 2012. 256 с.
5. Жерліцин Д. М. Структура інформаційно-аналітичної системи управління фінансовими потоками Міністерства освіти і науки України / Жерліцин Д. М., Куліков П. М. // Управління розвитком : збірник наукових статей. Харків : Харківський національний економічний університет, 2008. № 15. С. 138–139.
6. Жерліцин Д.М. Сучасні фінансові технології в умовах цифрової трансформації // Стратегія і практика інноваційного розвитку фінансового сектору України: зб. матеріалів IV Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Ірпінь, 25-26 березня 2021 р.). Університет державної фіскальної служби України, Ірпінь, 2021. <http://ir.nusta.edu.ua/jspui/handle/123456789/7299>
7. Іванов Н.М. Інформаційно-сервісні системи в управлінні складними економічними об'єктами: Монографія/Н.М. Іванов. Донецьк: ТОВ «Юго-Восток, Лтд», 2005. 252 с.

8. Інформаційні системи та технології: додатки в економіці та управлінні: навчальний посібник / за ред. проф. Ю. Г. Лисенка. Донецьк: ТОВ «Юго-Восток, Лтд», 2004. Книга 6. 377 с.
9. Матвійчук А. В. Штучний інтелект в економіці: нейронні мережі, нечітка логіка : [монографія] / А.В. Матвійчук. К. : КНЕУ, 2011. 439 с.
10. Системи і методи підтримки прийняття рішень [підручник] / П. І. Бідюк, О. Л. Тимощук, А. Є. Коваленко, Л. О. Коршевніюк, КПУ ім. І.Сікорського, 2022, 610 с.
11. Мінц О. Ю. Методологія моделювання інноваційних інтелектуальних систем прийняття рішень в економіці : монографія / О. Ю. Мінц. Маріуполь : ПДТУ, 2017. 214 с.
12. Модернізація фінансових систем: методологія та інструменти управління [монографія] За ред. чл.кор. НАН України, д-ра екон. наук, проф. Лисенко Ю.Г.; д-ра екон. наук, доц. Жерліцина Д.М. Полтава, 2017. 348 с.
13. Система підтримки прийняття рішень / Братушка С М., Новак С.М., Хайлук С.О., Суми: ДВНЗ “УАБС НБУ”, 2010. 265 с.
14. Економічна кібернетика [підручник]. / Галіцин В. К., Бакаєв О. О., Геєць В. М., Лисенко Ю.Г. та ін. / За заг. ред., д.е.н., проф. Лисенка Ю.Г. та д.е.н., проф. Геєць В. М., Донецьк, ТОВ “Юго-Восток, Лтд”, 2005. 510 с.
15. Xiaofang Luo (2019) Construction of artificial neural network economic forecasting model based on the consideration of state transition diagram. Machine Learning - Applications & Techniques in Cyber Intelligence. Volume 31, pages 8289–8296 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00521-019-04038-7>. Назва з екрана. Дата звернення: 20.12.2023.
16. Эффективное управление фитнес-бизнесом : монографія / под общ. ред. проф. Ю. Г. Лысенко. Донецк : ООО «Юго-Восток, Лтд», 2004. 208 с.
17. Abdullah Karasan. Machine Learning for Financial Risk Management with Python. Algorithms for Modeling Risk. O’Reilly Media, Inc. 2022. 334 p.

18. TensorFlow v2.14.0. API Documentation [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.tensorflow.org/api_docs. Назва з екрана. Дата звернення: 20.12.2023.
19. Baranovskyi, O., Kuzheliev, M., Zherlitsyn, D., Serdyukov, K., & Sokyрко, O. (2021). Cryptocurrency market trends and fundamental economic indicators: correlation and regression analysis. *Financial and Credit Activity: Problems of Theory and Practice*, 3(38), 249–261. <https://doi.org/10.18371/fcaptp.v3i38.237454>
20. Binance API [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.binance.com/en/binance-api>. Назва з екрана. Дата звернення: 20.12.2023.
21. Brody, D. C., Hughston, L. P., & Macrina, A. (Eds.). (2022). *Financial Informatics: An Information-based Approach to Asset Pricing*. World Scientific Pub Co Inc. 444 p.
22. Caffo, B. (2015). *Regression Models for data science in R*. Leanpub, British Columbia, Canada. 129 p.
23. Cass S. The Top Programming Languages 2023: Python and SQL are on top, but old languages shouldn't be forgotten [Електронний ресурс] / Stephen Cass. Режим доступу: <https://spectrum.ieee.org/the-top-programming-languages-2023>. Назва з екрана. Дата публікації: 29.08.2023. Дата звернення: 20.12.2023.
24. Guerlain, S., Brown, D., & Mastrangelo, C. (2000). Intelligent decision support systems. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (Vol. 3, pp. 1934-1938)*. DOI: 10.1109/ICSMC.2000.886396.
25. Hilpisch, Y. (2020). *Python for Algorithmic Trading*. O'Reilly Media, Inc. 320 p.
26. James Ma Weiming. *Mastering Python for Finance*. Understand, design, and implement state-of-the-art mathematical and statistical applications used in finance with Python. PACKT publishing. 2015. 315 p.

27. Lemieux, V. (Ed.). (2012). Financial Analysis and Risk Management: Data Governance, Analytics and Life Cycle Management. Springer Science & Business Media. 201 p.
28. Lutz, M. (2014). Python Pocket Reference: Python In Your Pocket (5th ed.). O'Reilly Media. 262 p.
29. McKinney, W. (2012). Python for data analysis: Data wrangling with Pandas, NumPy, and IPython. "O'Reilly Media, Inc.". 433 p.
30. NumPy Documentation [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://numpy.org/doc>. Назва з екрана. Дата звернення: 20.12.2023.
31. Pandas 2.1.4 documentation [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://pandas.pydata.org/docs>. Назва з екрана. Дата звернення: 20.12.2023.
32. pmdarima: User Guide [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://alkaline-ml.com/pmdarima/>. Назва з екрана. Дата звернення: 20.12.2023.
33. prophet: Quick Start [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://facebook.github.io/prophet/docs/quick_start.html. Назва з екрана. Дата звернення: 20.12.2023.
34. Python. Language Specification [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.python.org>. Назва з екрана. Дата звернення: 20.12.2023.
35. PyTorch 2.1 documentation [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://pytorch.org/docs/stable/index.html>. Назва з екрана. Дата звернення: 20.12.2023.
36. R-Project. Офіційний сайт розробника [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.r-project.org>
37. scikit-learn: machine learning in Python — scikit-learn 1.3.2 documentation [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://scikit-learn.org>. Назва з екрана. Дата звернення: 20.12.2023.
38. SciPy v1.11.4 Manual [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://docs.scipy.org/doc/scipy>. Назва з екрана. Дата звернення: 20.12.2023.
39. Spalding, K. (Ed.). (2023). Programming Languages: Theory and Practice. NY Research Press. 242 p.

40. Statsmodels 0.14.1 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.statsmodels.org>. Назва з екрана. Дата звернення: 20.12.2023.
41. Stefan Jansen (2018) Hands-On Machine Learning for Algorithmic Trading. Packt Publishing. 484 p.
42. Stevens, J. M., & LaPlante, J. M. (1986). Factors Associated with Financial-Decision Support Systems in State Government: An Empirical Exploration. *Public Administration Review*, 46, 522–531. <https://doi.org/10.2307/975574>.
43. Van Leeuwen, H. (1993). Developing Expert Systems. У L. M. C. Buydens & P. J. Schoenmakers (Eds.), *Data Handling in Science and Technology* (Vol. 13, pp. 79-119). Elsevier. ISBN 9780444892072. [https://doi.org/10.1016/S0922-3487\(09\)70008-5](https://doi.org/10.1016/S0922-3487(09)70008-5).
44. Yahoo Finance [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.yahoo.com/> Назва з екрана. Дата звернення: 20.12.2023.
45. Yuya Jeremy Ong, Mu Qiao, Divyesh Jadav (2020) Temporal Tensor Transformation Network for Multivariate Time Series Prediction. <https://arxiv.org/pdf/2001.01051.pdf>
46. Zherlitsyn D. (2023) System analysis and modelling tools for cryptocurrency price forecasting. Збірник матеріалів XI Міжнародної науково-практичної конференції "Глобальні та регіональні проблеми інформатизації в суспільстві і природокористуванні '2023", 15-16 листопада 2023 року, НУБіП України, К. НУБіП України, 2023. 6-8.