

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра фінансів, обліку і аудиту

АНАЛІЗ ВОЛАТИЛЬНОСТІ КРИПТОВАЛЮТ
НА СУЧАСНИХ БІРЖАХ: ФАКТОРИ ВПЛИВУ ТА
ПРОГНОЗУВАННЯ ЦІН

Пояснювальна записка і розрахунки
до кваліфікаційної роботи

МРЕ.277.02.04 ПЗ

Виконав:

студент групи: 211-ФС-323

спеціальності 072«Фінанси,
банківська справа, страхування та
фондовий ринок»

(роботу виконано самостійно,
відповідно до принципів академічної
добросовісності)

Візір Ю. С.

Керівник: доцент, канд. екон.наук
Єрмоленко О.А.

Рецензент: професор, д-р екон. наук
Токмакова І.В.

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет економічний

Кафедра фінанси, облік і аудит

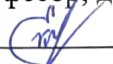
Освітній рівень: магістр

Спеціальність: 072 «Фінанси, банківська справа та страхування»

Освітня програма «Управління фінансами, банківська справа та страхування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувачка кафедри,
професор, д-р екон. наук

 О.Г.Кірдіна
«30» вересня 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ
Візіру Юрію Сергійовичу

1 Тема «Аналіз волатильності криптовалют на сучасних біржах: фактори впливу та прогнозування цін» керівник Єрмоленко Олексій Анатолійович, канд. екон. наук, доцент затверджені розпорядженням по економічному факультету від «21» жовтня 2024 року №27/24.

2 Строк подання студентом закінченої роботи «10» січня 2025 року.

3 Вихідні дані: підібрати законодавчі акти і нормативні документи з теми дипломної роботи; вивчити і узагальнити монографічну, наукову, навчальну літературу щодо теми дипломної роботи; ознайомитися і підібрати сучасні публікації з теми роботи в наукових журналах й інших періодичних виданнях; зібрати, узагальнити, проаналізувати фінансову, статистичну й іншу необхідну економічну інформацію об'єкта дослідження.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) визначення криптовалюти та особливості її функціонування, вплив волатильності на прогнозування курсу криптовалют, фактори впливу на волатильність криптовалют та інші фінансові активи, методи та підходи до вимірювання волатильності, оцінка волатильності ціни на криптовалюту bitcoin на криптовалютних біржах binance та coinbase, розробка програми прогнозування волатильності криптовалюти bitcoin на основі моделі GARCH, огляд основних

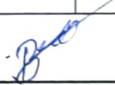
сучасних підходів удосконалення трейдингу, використання штучного інтелекту у трейдингу, огляд алгоритмічних стратегій

5 Перелік графічного матеріалу: візуалізація монети Bitcoin, схема побудови технології блокчейн, Зовнішній вигляд майнінг ферми, стартова сторінка сайту кріптовіржі Binance, стартова сторінка сайту кріптовіржі Coinbase, ріст Bitcoin у 2023 році, баланс біткоїнів на провідних централізованих кріптовіржах, ціна біткоїну, ціна Біткоїну, прогноз волатильності біткоїна

6 Дата видачі завдання «30» вересня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Стан виконання етапів	Примітка
Вибір теми та її затвердження	2.10-20.10	
Підбір літератури та статистичних матеріалів	21.10-25.10	
Консультація з керівником щодо організації роботи	25.10-27.10	
Огляд джерел інформації	28.10-5.11	
Написання чернетки першого розділу дипломної роботи	6.11-13.11	
Аналітична обробка інформації та написання чернетки другого розділу роботи	14.11-28.11	
Обробка матеріалу для написання аналітичних розрахунків третього розділу роботи	29.11-15.12	
Перед захист на кафедрі. Кінцеве оформлення роботи	16.12 -10.01	

Студент 

Ю.С.Візір

Керівник 

О.А.Єрмоленко

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота магістра включає 93 аркушів пояснювальної записки формату А4, 1 таблиця, 10 рисунків, 54 літературних джерел.

Актуальність теми зумовлена високою волатильністю криптовалют, яка створює як можливості, так і ризики для інвесторів та учасників фінансових ринків. З огляду на нестабільність ринку криптовалют, важливим є проведення аналізу факторів, які визначають зміну цін криптовалют, а також розробка ефективних методів прогнозування їхньої волатильності. Прогнозування на основі математичних моделей, таких як GARCH, а також використання алгоритмічних стратегій для торгівлі, є необхідним для мінімізації фінансових ризиків і забезпечення стабільності на ринку криптовалют.

Мета дослідження полягає в аналізі волатильності криптовалют на сучасних біржах, дослідженні основних факторів, що впливають на зміну цін, а також розробці практичних рекомендацій щодо прогнозування цін на криптовалюту за допомогою сучасних математичних та алгоритмічних моделей.

Предметом дослідження є теоретичні та методологічні основи оцінки волатильності криптовалют та застосування алгоритмічних стратегій для прогнозування цін.

Об'єктом дослідження є ринок криптовалют як складова сучасних фінансових ринків.

Методи дослідження наукова абстракція; системно-структурний аналіз; аналіз і синтезу; порівняльний і економіко-статистичний; економіко-математичне моделювання.

Інформаційною основою дослідження є матеріали наукових досліджень провідних вітчизняних і зарубіжних вчених і фахівців у криптовалют, фінансових ринків та методів прогнозування; нормативні акти, наукові публікації, офіційні дані фінансових установ.

Ключові слова: КРИПТОВАЛЮТИ, ВОЛАТИЛЬНІСТЬ, КРИПТОВАЛЮТНІ БІРЖІ, МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, ПРОГНОЗУВАННЯ ЦІН, ФАКТОРИ ВПЛИВУ

ABSTRACT

The master's qualification work comprises 93 pages of explanatory notes in A4 format, including 1 table, 10 figures, and 54 references.

The relevance of the topic is determined by the high volatility of cryptocurrencies, which creates both opportunities and risks for investors and market participants. Given the instability of the cryptocurrency market, it is essential to conduct an analysis of the factors that determine cryptocurrency price fluctuations, as well as to develop effective methods for forecasting their volatility. Forecasting based on mathematical models, such as GARCH, as well as using algorithmic trading strategies, is necessary to minimize financial risks and ensure stability in the cryptocurrency market.

The objective of the research is to analyze the volatility of cryptocurrencies on modern exchanges, study the main factors influencing price changes, and develop practical recommendations for predicting cryptocurrency prices using modern mathematical and algorithmic models.

The subject of the research is the theoretical and methodological foundations for assessing the volatility of cryptocurrencies and applying algorithmic strategies for price forecasting.

The object of the research is the cryptocurrency market as a part of modern financial markets.

The research methods include scientific abstraction; system-structural analysis; analysis and synthesis; comparative and econometric analysis; econometric modeling.

The information base of the research includes materials from scientific studies of leading domestic and foreign experts in the field of cryptocurrencies, financial markets, and forecasting methods; regulatory documents, scientific publications, and official data from financial institutions.

Keywords: CRYPTOCURRENCIES, VOLATILITY, CRYPTOCURRENCY EXCHANGES, MATHEMATICAL MODELING, PRICE FORECASTING, INFLUENCING FACTORS.

Зміст

Перелік скорочень	7
Вступ	9
1 Розуміння криптовалют, їх еволюція та необхідність прогнозування	15
1.1 Визначення криптовалюти та особливості її функціонування	15
1.2 Вплив волатильність на прогнозування курсу криптовалют	29
1.3 Фактори впливу на волатильність криптовалют та інші фінансові активи	35
Висновки до першого розділу	41
2 Аналіз волатильності криптовалюти Bitcoin на криптовалютних біржах	44
2.1 Методи та підходи до вимірювання волатильності	44
2.2 Оцінка волатильності ціни на криптовалюту Bitcoin на криптовалютних біржах Binance та Coinbase	52
2.3 Розробка програми прогнозування волатильності криптовалюти Bitcoin на основі моделі GARCH	63
3 Напрями удосконалення трейдингу в сучасних умовах	69
3.1 Огляд основних сучасних підходів до удосконалення трейдингу	69
3.2 Використання штучного інтелекту у трейдингу	72
3.3 Огляд алгоритмічних стратегій	75
Висновки до третього розділу	82
Висновки	85
Список використаних джерел	88
Додаток А – Лістинг програми для побудови моделей ARCH/GARCH на мові програмування Python	94

МРЕ. 277.02.04 ПЗ				
	№ докум.	Підпис	Дата	
Розроб.	Візір Ю.С.			Аналіз волатильності криптовалют на сучасних біржах: фактори впливу та прогнозування цін
Перевір.	Срмоленко О.А.			
Н.контр.	Тройникова О.М.			
Затверд.	Кірдіна О.Г.			
		Літера	6	Архивів
				95
УкрДУЗТ				

Перелік скорочень

AI – Artificial Intelligence (Штучний інтелект)

GARCH – Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity
(Узагальнена авторегресивна умовна гетероскедастичність)

VIX – Volatility Index (Індекс волатильності)

USD – United States Dollar (Долар США)

EUR – Euro (Євро)

GBP – Great British Pound (Фунт стерлінгів)

BTC – Bitcoin (Біткоїн)

ETH – Ethereum (Ефіріум)

FOMO – Fear of Missing Out (Страх пропустити)

FUD – Fear, Uncertainty, and Doubt (Страх, невизначеність та сумніви)

HFT – High-Frequency Trading (Високочастотний трейдинг)

ML – Machine Learning (Машинне навчання)

DCA – Dollar-Cost Averaging (Середня вартість долара)

ICO – Initial Coin Offering (Первинне розміщення монет)

ROI – Return on Investment (Вірогідність повернення інвестицій)

B2B – Business to Business (Бізнес для бізнесу)

B2C – Business to Consumer (Бізнес для споживача)

CAGR – Compound Annual Growth Rate (Складний річний темп зростання)

API – Application Programming Interface (Інтерфейс програмування додатків)

SDK – Software Development Kit (Набір для розробки програмного забезпечення)

NFT – Non-Fungible Token (Невзаємозамінний токен)

DAOs – Decentralized Autonomous Organizations (Децентралізовані автономні організації)

DApps – Decentralized Applications (Децентралізовані додатки)

ETH – Ethereum (Ефіріум)

POS – Proof of Stake (Доказ частки)

POW – Proof of Work (Доказ виконаної роботи)

TCO – Total Cost of Ownership (Загальна вартість володіння)

KYC – Know Your Customer (Знай свого клієнта)

AML – Anti-Money Laundering (Протидія відмиванню грошей)

AML/KYC – Anti-Money Laundering/Know Your Customer (Протидія відмиванню грошей/Знай свого клієнта)

P2P – Peer to Peer (Точка до точки)

CSV – Comma-Separated Values (Файл, значення розділені комами)

API – Application Programming Interface (Інтерфейс програмування додатків)

HODL – Hold On for Dear Life (Тримати, щоб не втратити)

M2M – Machine to Machine (Машина до машини)

SaaS – Software as a Service (Програмне забезпечення як послуга)

BEIP-20 – Binance Smart Chain token standard (Стандарт токенів Binance Smart Chain)

NFTs – Non-Fungible Tokens (Невзаємозамінні токени)

USD Coin (USDC) – A stablecoin pegged to the US dollar (Токен, прив'язаний до долара США)

APR – Annual Percentage Rate (Річна процентна ставка)

FBI – Federal Bureau of Investigation (Федеральне бюро розслідувань)

KDA – Kadena (Блокчейн)

SHA-256 – Secure Hash Algorithm 256-bit (Алгоритм хешування SHA-256)

TPM – Total Performance Management (Управління загальною ефективністю)

PCA – Principal Component Analysis (Аналіз головних компонент)

FIFO – First In, First Out (Перший прийшов, перший пішов)

LIFO – Last In, First Out (Останній прийшов, перший пішов)

IPFS – InterPlanetary File System (Міжпланетарна файлова система)

RAM – Random Access Memory (Оперативна пам'ять)

Wi-Fi – Wireless Fidelity (Бездротова мережа)

Вступ

Криптовалюти вже давно перестали бути лише альтернативним фінансовим інструментом для обмеженої кількості ентузіастів. Сьогодні вони стали невід'ємною частиною світового фінансового ринку. Розвиток технології блокчейн, на базі якої функціонують криптовалюти, призвів до створення нового класу активів, який відрізняється від традиційних валют та фінансових інструментів. У той час як криптовалюти дозволяють здійснювати швидкі, дешеві та децентралізовані фінансові операції, їх характерною рисою є висока волатильність. Волатильність криптовалют полягає в значних і швидких коливаннях їх вартості, що відрізняє їх від традиційних активів, таких як акції чи валюти. Така волатильність надає як можливості для прибутку, так і створює серйозні ризики для інвесторів.

Висока волатильність криптовалют є результатом безлічі факторів. Зміни в глобальній економіці, політичні події, новини про регулювання криптовалют, а також технічні інновації можуть впливати на ціни криптовалют. Відзначаючи постійні коливання на ринку, інвестори та трейдери змушені враховувати не тільки традиційні економічні показники, а й фактори, пов'язані з особливостями роботи криптовалютних мереж і платформ. Зазвичай такі коливання виникають через відсутність чітких і стабільних правил для криптовалютного ринку, а також через високий рівень спекуляцій і невизначеності, пов'язаної з інноваційним характером криптовалют.

Зараз ринок криптовалют є одним з найбільш динамічних і швидко змінюваних сегментів фінансового світу. Відсутність чіткої регуляції, різноманітність криптовалютних бірж і платформ, а також швидкий розвиток нових технологій ставлять перед аналітиками завдання створення моделей, здатних передбачити ціну криптовалют з високим рівнем точності. Прогнозування волатильності криптовалют не є лише теоретичною задачею, а має практичне значення для трейдерів, інвесторів і державних органів, які можуть

використовувати ці моделі для прийняття обґрунтованих рішень.

Актуальність теми даного дослідження обумовлена необхідністю покращення методів прогнозування цін криптовалют, що дозволить зменшити ризики, які супроводжують інвестиції в ці активи. Важливим аспектом є розробка нових підходів, які б враховували всю складність і багатоаспектність криптовалютного ринку. Основною метою дослідження є аналіз факторів, що впливають на волатильність криптовалют, а також створення ефективних моделей прогнозування їх цін. У цьому контексті дослідження спрямоване на розробку методів, які враховують як традиційні фінансові індикатори, так і новітні технології, такі як машинне навчання, для покращення точності прогнозів.

Метою даного дослідження є вивчення факторів, що впливають на волатильність криптовалют, та розробка ефективних методів прогнозування цін криптовалют на основі історичних даних. Зважаючи на те, що волатильність криптовалют є одним з основних аспектів, що визначають їх привабливість для інвесторів і трейдерів, основна мета роботи полягає у створенні моделей прогнозування, які дозволяють зменшити ризики при інвестуванні та покращити точність цінових прогнозів.

Згідно поставленої мети визначено наступні завдання:

- провести аналіз факторів, що впливають на волатильність криптовалют;
- оцінити рівень впливу макроекономічних і соціальних факторів на ринок криптовалют;
- провести огляд існуючих методів прогнозування волатильності криптовалют;
- розробити моделі прогнозування цін на криптовалюти;
- провести порівняння ефективності різних моделей прогнозування;
- розробити рекомендації для зниження ризиків при інвестуванні в криптовалюти;
- впровадити моделі для короткострокового та довгострокового прогнозування.

Завдяки вирішенню цих завдань буде створено комплексну модель

прогнозування, яка дозволить знизити ризики на ринку криптовалют та підвищити ефективність інвестиційних стратегій для учасників ринку.

Об'єктом дослідження є криптовалюти як специфічний клас фінансових активів, що функціонують на сучасних криптовалютних ринках. Криптовалюти відрізняються від традиційних фінансових інструментів, таких як акції або облігації, через свою децентралізовану природу та використання технології блокчейн. Вони не залежать від центральних банків чи урядів, що надає їм особливий статус на фінансових ринках. Водночас, криптовалюти є надзвичайно чутливими до різноманітних економічних, політичних, технічних і навіть соціальних змін, що робить їх ціни нестабільними і схильними до великих коливань.

Предметом дослідження є волатильність криптовалют та методи прогнозування їхніх цін. Волатильність на фінансових ринках зазвичай визначається як міра варіативності цін, і на ринку криптовалют це явище є особливо вираженим. Зокрема, волатильність криптовалют може бути викликана численними факторами: економічними, політичними, соціальними, технологічними та регуляторними. Одним із ключових аспектів цього дослідження є вивчення того, як саме ці фактори взаємодіють між собою та впливають на ціни криптовалют, що, в свою чергу, допоможе зрозуміти природу волатильності цих активів.

Методи дослідження у цій роботі базуються на поєднанні класичних підходів до аналізу фінансових ринків з сучасними техніками математичного моделювання та обробки великих даних. Оскільки криптовалюти є відносно новим класом активів, що функціонують в умовах високої волатильності та нестабільності, для їхнього дослідження необхідно застосовувати як традиційні, так і інноваційні методи аналізу. Загалом, методи дослідження волатильності криптовалют, що застосовуються у цій роботі, дозволяють не лише розібратися у механізмах змін цін, а й створити модель, здатну прогнозувати майбутні коливання ринку. Поєднання класичних і новітніх методів аналізу забезпечить комплексний підхід до вивчення криптовалютного ринку та дозволить зробити більш точні прогнози

про поведінку цих активів в умовах високої нестабільності.

Враховуючи ці особливості, важливою стає розробка надійних методів прогнозування цін криптовалют, що допоможуть знизити ризики для інвесторів і трейдерів, а також сприятимуть стабільнішому розвитку ринку. Прогнозування ціни криптовалют – це складне завдання, яке потребує врахування багатьох змінних, що можуть змінюватися в реальному часі. Крім того, криптовалюти характеризуються високою чутливістю до новин та інформаційних потоків, що створює додаткові труднощі для традиційних методів прогнозування.

Існує велика кількість підходів до аналізу і прогнозування волатильності криптовалют. До основних методів належать технічний аналіз, фундаментальний аналіз, а також новітні методи, зокрема використання штучного інтелекту та алгоритмічних стратегій для прогнозування цін. Технічний аналіз зосереджується на вивченні історичних даних про ціни та обсяги торгів для прогнозування майбутніх змін. Фундаментальний аналіз розглядає вплив на ринок таких факторів, як економічні показники, політичні події та новини, що мають потенціал змінити ціну. Алгоритмічна торгівля та використання штучного інтелекту надають нові можливості для аналізу великих обсягів даних і прийняття рішень в режимі реального часу. Ці методи здатні враховувати широкий спектр факторів і надають змогу здійснювати прогнози з високою точністю. Однак, враховуючи специфіку криптовалютного ринку, навіть ці передові методи не завжди дають точні результати, оскільки ринок криптовалют все ще є новим і нестабільним.

Джерелами інформації є матеріали наукових досліджень провідних вітчизняних і зарубіжних вчених і фахівців у сфері блокчейну та криптовалют, закони України; укази Президента України; нормативні акти Кабінету Міністрів України; постанови та офіційні дані Державної служби статистики України; Національної комісії з цінних паперів та фондового ринку; аналітичні огляди та звітні дані світових та вітчизняних агенцій; офіційні матеріали криптовалютних бірж та інших міжнародних фінансово-кредитних організацій.

Особистий внесок здобувача полягає в удосконаленні комплексної моделі прогнозування, яка враховує основні фактори, що впливають на ціну криптовалют,

а також методи, які дозволяють здійснювати прогноз на основі історичних даних. Така модель дозволить не лише знизити ризики, а й сприяє кращому розумінню динаміки цін на криптовалюту в умовах постійної нестабільності ринку. Розроблені рекомендації можуть бути використані як для інвесторів, так і для організацій, що займаються фінансовими прогнозами в сфері криптовалют.

За темою магістерської роботи опубліковано тези на тему «Забезпечення боргової безпеки України в умовах війни» у Збірник тез VI Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасна парадигма публічного управління» (14-16 листопада 2024р.) Львів : ЛНУ імені Івана Франка, Львів, 2024. 762 с.

Робота складається зі вступу, трьох розділів та висновків. У вступі визначено мету і завдання дослідження, об'єкт і предмет, а також методи, які будуть використовуватися в роботі. Крім того, розглянуто актуальність проблеми волатильності криптовалют у контексті змін на фінансових ринках і специфіки криптовалютних активів. Структура роботи побудована таким чином, щоб систематично і логічно охопити всі ключові аспекти дослідження волатильності криптовалют та методів прогнозування їхніх цін.

Перший розділ присвячений розгляду значення криптовалют у сучасній економіці, їхній волатильності та важливості прогнозування для інвесторів і трейдерів. Розглянуто основні поняття волатильності, особливості ринку криптовалют, а також фактори, які впливають на коливання цін цих активів. Вивчаються макроекономічні, технологічні, новинні та регуляторні зміни, що можуть спричиняти зміни в вартості криптовалют, а також порівнюються рівні волатильності криптовалют і традиційних фінансових інструментів.

Другий розділ присвячений огляду існуючих методів вимірювання та прогнозування волатильності фінансових активів. У цьому розділі розглянуто традиційні підходи до аналізу волатильності, такі як розрахунок стандартного відхилення, індекси волатильності (наприклад, VIX), а також різні економетричні та статистичні моделі, такі як GARCH, EWMA і ARIMA. Окремо розглянуто використання технічного аналізу для прогнозування цінових коливань криптовалют. Також проведено практичний аналіз волатильності криптовалют за

допомогою даних криптовалютних бірж, здійснено огляд основних бірж, таких як Binance і Coinbase, а також оцінено волатильність криптовалют (Bitcoin, Ethereum, альткоїни) за обраний період. Розглянуто також ринкові події, які можуть впливати на зміну волатильності, і досліджується взаємозв'язок між обсягами торгів, ліквідністю та волатильністю.

Третій розділ присвячено розробці моделей прогнозування волатильності та цін на криптовалюту. Розглянуто як традиційні методи, так і новітні підходи, включаючи використання штучного інтелекту для короткострокового і довгострокового прогнозування. Окрему увагу приділено факторів ризику, що можуть впливати на точність прогнозів, і методам зниження цих ризиків для інвесторів. Також аналізується впровадження штучного інтелекту в сферу криптовалютного трейдингу. У цьому розділі розглянуто компанії та хедж-фонди, які активно використовують штучний інтелект (наприклад, Quantopian, Renaissance Technologies), а також різні алгоритмічні стратегії, такі як арбітраж, високочастотний трейдинг і алгоритми для прогнозування цін. Окремо досліджено досвід використання штучного інтелекту на криптовалютних біржах для підвищення ефективності торгівлі та прогнозування.

У висновку узагальнено основні результати дослідження, надано рекомендації щодо використання розроблених моделей прогнозування на практиці та можливості їх застосування для зниження ризиків при інвестуванні в криптовалюту.

Основний текст дипломної роботи викладено на 93 сторінках комп'ютерного тексту. Містить 10 рисунків і 1 таблицю, список літератури (54 найменувань) та 1 додаток.

1 Розуміння криптовалют, їх еволюція та необхідність прогнозування

1.1 Визначення криптовалюти та особливості її функціонування

Криптовалюта – це тип цифрової або віртуальної валюти, що використовує технологію криптографії для забезпечення безпеки транзакцій. Криптовалюти функціонують на основі децентралізованої мережі, що забезпечує відсутність єдиного контрольного органу, такого як банк чи уряд, що робить ці системи незалежними від традиційних фінансових структур. Одна з основних характеристик криптовалют – це їх анонімність і прозорість, що досягається завдяки технології блокчейн.

Історія криптовалют починається з виникнення ідеї децентралізованої цифрової валюти, яка б функціонувала без посередників, таких як банки або уряди. Сама ідея створення децентралізованої валюти була висунута ще в середині 90-х років XX століття, але перші реальні кроки в її реалізації зроблені в 2009 році, коли було створено Bitcoin – першу в світі криптовалюту. Це поклало початок нового етапу в розвитку цифрових валют і революційно змінило уявлення про фінанси і фінансові системи [1].

Перед виникненням криптовалют існували спроби створення електронних грошей, таких як e-cash або Digicash, однак ці системи мали низку обмежень і проблем з довірою. Однією з основних проблем було те, що вони були централізованими і залежали від фінансових установ або окремих компаній. Ідея створення криптовалюти, яка б працювала без централізованого контролю, вперше була детально описана у білій книзі (white paper) під назвою "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System", яку опублікував анонімний автор, відомий під ім'ям Сатоші Накамото.

У 2009 році Накамото запустив Bitcoin – першу децентралізовану криптовалюту зображену на рисунку 1.1, яка використовувала технологію блокчейн для запису всіх транзакцій. Bitcoin мав на меті стати альтернативою

традиційним фінансовим системам, дозволяючи здійснювати фінансові операції без участі банків та інших посередників. Це стало можливим завдяки використанню доказу роботи (Proof of Work) для забезпечення безпеки та підтвердження транзакцій [2].



Рисунок 1.1 – Візуалізація монети Bitcoin

Після запуску Bitcoin інші розробники почали створювати альтернативи, що призвело до появи альткоїнів – криптовалют, що працюють на основі схожих технологій. У 2011 році з'явився Litecoin, який став першим значним альткоїном і мав на меті забезпечити більш швидкі транзакції та зменшити комісії у порівнянні з Bitcoin. Litecoin використовує подібний алгоритм хешування, але з іншими параметрами, що дозволяє обробляти транзакції швидше [3].

Ethereum, який був запущений в 2015 році, став іншою важливою віхою в розвитку криптовалют. Створений програмістом Віталієм Бутеріним, Ethereum не лише дозволяє проводити транзакції, але й дозволяє створювати смарт-контракти – самовиконувані контракти, що автоматично виконуються при виконанні певних умов. Ethereum також став основою для численних децентралізованих додатків

(dApps), що дозволяють створювати нові типи взаємодії в мережі.

Згодом з'явилися і інші важливі криптовалюти, такі як Ripple (XRP), що використовується для швидких міжнародних платежів, і Bitcoin Cash, що виник через розбіжності серед спільноти Bitcoin і покликаний покращити масштабованість транзакцій.

Сьогодні криптовалюти стали важливою частиною світової фінансової системи. Вони використовуються не лише для інвестицій і торгівлі, але й для проведення фінансових операцій, здійснення міжнародних переказів і створення нових фінансових інструментів. Найбільші криптовалюти, такі як Bitcoin, Ethereum і Binance Coin (BNB), мають високий рівень капіталізації і користуються попитом серед інвесторів [4].

Крім того, на базі криптовалютного ринку з'явилися нові інструменти, такі як децентралізовані фінанси (DeFi). Вони дозволяють здійснювати фінансові операції без участі традиційних фінансових установ, таких як банки, і включають в себе позики, страхування, обмін валют та інші послуги, надавані через смарт-контракти.

Криптовалюти також стали потужним інструментом для краудфандингу через механізм ICO (Initial Coin Offering), який дозволяє стартапам залучати кошти через продаж токенів або криптовалют на ранніх етапах їх розвитку [5].

З ростом популярності криптовалют з'явилися питання регулювання цієї нової фінансової сфери. Уряди багатьох країн почали розробляти закони та регуляції для криптовалют, намагаючись збалансувати інноваційний розвиток з безпекою для користувачів і фінансових установ. У країнах, таких як США, Японія та ЄС, вже створено певні рамки для криптовалютної діяльності, але в інших країнах, таких як Китай, криптовалюти зазнають жорсткого контролю і навіть заборон [6].

Популярність криптовалют також привела до появи Цифрових валют центральних банків (CBDC). Це цифрові валюти, які контролюються урядами і центральними банками, але працюють на основі схожих технологій з криптовалютами, що дозволяє скоротити витрати на операції і спростити механізми платежів [7].

Криптовалюти продовжують розвиватися, і їхнє майбутнє є невизначеним, але дуже перспективним. Нові технології, такі як квантова криптографія, здатні забезпечити ще більшу безпеку в криптовалютних системах. Крім того, розвиток таких технологій, як Ethereum 2.0, сприяє підвищенню масштабованості, швидкості транзакцій та енергетичної ефективності мережі.

Збільшення впровадження смарт-контрактів і децентралізованих фінансів також відкриває нові можливості для використання криптовалют у традиційних фінансових сферах. Проте існує і ряд викликів, таких як забезпечення комплаєнсу з регуляціями, екологічні аспекти, волатильність та інші фактори, що можуть вплинути на їхнє майбутнє [8].

Блокчейн – це інноваційна технологія, яка лежить в основі криптовалют та ряду інших цифрових активів, зображена на рисунку 1.2.

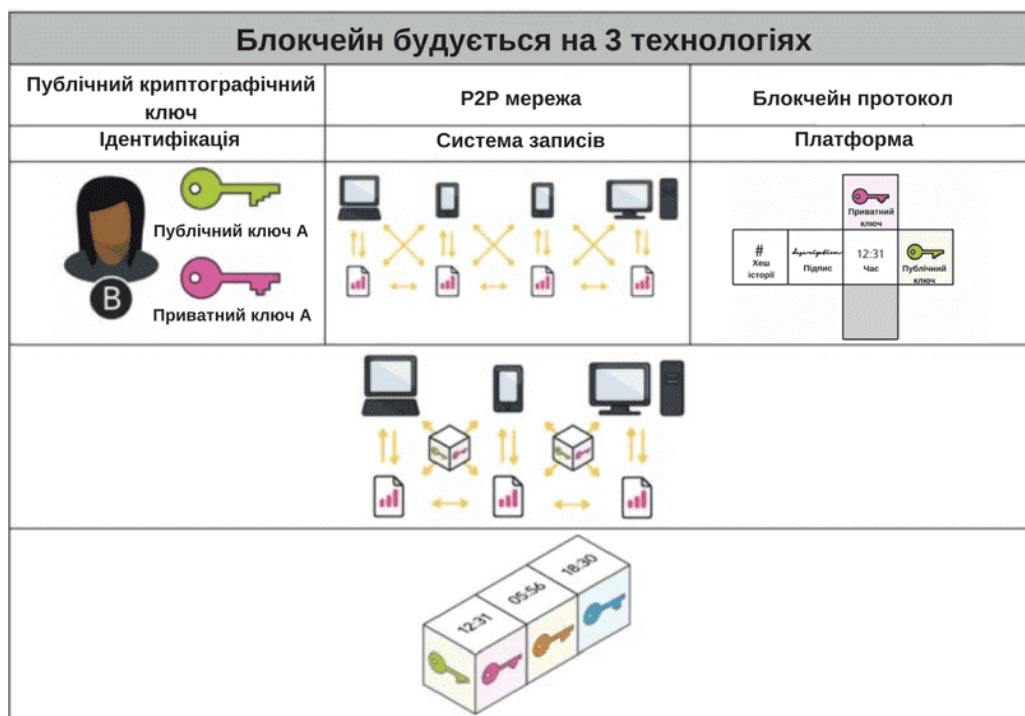


Рисунок 1.2 – Схема побудови технології Блокчейн

Вона представляє собою розподілений реєстр, який дозволяє зберігати дані про транзакції або інші дії в мережі без необхідності централізованого контролю з боку державних установ чи фінансових органів. Це досягається завдяки тому, що інформація зберігається в численних копіях по всіх учасниках мережі, що

забезпечує високу безпеку та захищає від можливих маніпуляцій з даними.

Основною особливістю блокчейну є те, що він складається з блоків, кожен з яких містить інформацію про певну кількість транзакцій. Кожен блок зв'язаний з попереднім через хеш-функцію. Хеш є унікальним ідентифікатором для кожного блоку, що забезпечує їх взаємозв'язок. Ця особливість ускладнює можливість зміни даних в попередньому блоці без зміни всього ланцюга, що робить систему надзвичайно стійкою до фальсифікацій.

Крім того, кожен новий блок після того, як він додається до ланцюга, стає незмінним. Цей процес дозволяє отримувати інформацію, яка була записана, і бути впевненими в її достовірності. Таким чином, блокчейн забезпечує незмінність та прозорість даних. Усі учасники мережі мають доступ до однакової інформації про транзакції, що підвищує рівень довіри і знижує ймовірність шахрайства [9].

Ще однією важливою рисою блокчейну є його децентралізованість. У традиційних фінансових системах для здійснення транзакцій або підтвердження їх законності залучається третя сторона – наприклад, банк. Блокчейн, натомість, функціонує без необхідності в централізованих установах. Він дозволяє здійснювати прямі фінансові операції між учасниками без посередників, що знижує витрати на обслуговування та зменшує час на обробку транзакцій.

Крім того, блокчейн використовує криптографію для забезпечення безпеки транзакцій та захисту даних. Всі транзакції, що здійснюються в мережі, криптографічно підписуються і підтверджуються. Це дозволяє не тільки захистити інформацію від зовнішніх загроз, а й забезпечити її анонімність. Для забезпечення повної безпеки використовуються різні алгоритми хешування та цифрові підписи, що дають змогу підтвердити автентичність даних.

Процес майнінгу, що є частиною блокчейн-технології, дозволяє створювати нові одиниці криптовалют. Майнери вирішують складні математичні задачі, за допомогою яких транзакції підтверджуються і додаються до блокчейну. За це вони отримують винагороду у вигляді нових монет криптовалюти. Це створює механізм стимулювання учасників мережі для підтримки її функціонування та безпеки.

Мережа криптовалют працює таким чином, що всі транзакції, що

відбуваються, обробляються та зберігаються в розподіленому реєстрі, що означає, що кожен учасник мережі має копію всього блокчейну. Це дозволяє забезпечити високу доступність та стійкість до атак, оскільки зламати блокчейн можна лише за умови змінити дані на всіх комп'ютерах мережі одночасно, що є практично неможливим завдяки її розподіленій природі.

Розподілений характер блокчейну дозволяє йому стати не тільки основою для криптовалют, але й інструментом для багатьох інших застосувань. Наприклад, блокчейн може бути використаний для створення смарт-контрактів – програм, які автоматично виконують умови контракту без втручання людини. Це застосовується в таких сферах, як страхування, фінансування, управління ланцюгами постачання та інші.

Незважаючи на численні переваги, блокчейн не є абсолютно бездоганним. Система все ще має обмеження, такі як високі витрати на енергоспоживання при майнінгу або проблеми з масштабованістю мережі, що впливає на швидкість обробки транзакцій. Однак, завдяки постійному розвитку технології і впровадженню нових рішень, таких як платформи другого рівня (наприклад, Lightning Network для Bitcoin), блокчейн поступово стає ще більш ефективним і доступним для широкого використання.

Таким чином, блокчейн є потужною технологією, що здатна революціонізувати фінансові та інші галузі завдяки своїй безпеці, прозорості, та можливості забезпечити децентралізовану обробку даних. Його застосування має безліч можливостей не тільки для криптовалют, але й для таких сфер, як логістика, охорона здоров'я, енергетика, державне управління та багато інших [10].

Децентралізація – це принцип, згідно з яким управління та контроль над якоюсь системою, процесом чи технологією не здійснюється одним центральним органом, а розподіляється серед численних учасників мережі або організацій. У контексті криптовалют децентралізація означає, що операції з криптовалютами проводяться без участі або контролю з боку банків, урядів чи інших центральних установ. Це забезпечує більшу автономність, незалежність і свободу для користувачів, а також може знижувати можливість цензури та маніпуляцій з боку

централізованих органів влади чи великих фінансових установ.

Принципи децентралізації в криптовалютах:

Відсутність центрального контролю Криптовалюти функціонують у системах, де немає єдиного органу управління. Замість цього, кожен учасник (користувач, майнер, валідатор) має рівний доступ до мережі та бере участь у її підтримці та розвитку. Всі транзакції та операції здійснюються через розподілені реєстри, де кожен учасник мережі має копію даних, що забезпечує їхню прозорість та доступність для всіх [11].

Розподілений реєстр (блокчейн) Для досягнення децентралізації криптовалюти використовують технологію блокчейн, яка є розподіленим реєстром, що зберігається на численних комп'ютерах (вузлах) по всьому світу. У блокчейні немає єдиного сервера або органу, який би відповідав за зберігання інформації чи перевірку транзакцій. Замість цього кожен учасник мережі має копію цього реєстру, що гарантує відсутність єдиного контрольного центру.

Майнінг та консенсусні алгоритми У системах криптовалют, таких як Bitcoin або Ethereum, використовується процес майнінгу або стейкінгу для підтвердження транзакцій. Майнери або валідатори виконують складні обчислювальні завдання для додавання нових блоків до блокчейну, і кожен учасник мережі має рівні можливості для участі у цьому процесі. Це забезпечує децентралізований консенсус, де не потрібно покладатися на третю сторону (наприклад, банк чи уряд), щоб перевірити та підтвердити транзакцію.

Незалежність від центральних органів Оскільки криптовалюти не контролюються державами або центральними банками, користувачі мають повний контроль над своїми активами. Для проведення транзакцій не потрібні посередники, і вони можуть здійснюватися між будь-якими учасниками мережі без обмежень, незалежно від географічного положення чи політичних бар'єрів [34].

Стійкість до цензури та маніпуляцій У централізованих фінансових системах або системах, що контролюються урядами, можуть бути застосовані механізми цензури або блокування транзакцій. В межах децентралізованої системи криптовалют жодна центральна інстанція не може зупинити або змінити транзакції

без участі всієї мережі. Це надає користувачам більше свободи в управлінні своїми активами і знижує ризик цензури [12].

Переваги децентралізації в криптовалютах:

- безпека: Оскільки блокчейн не має єдиного центрального органу, зламати або маніпулювати даними на ньому набагато складніше. Розподілена природа мережі забезпечує високу стійкість до атак або збоїв.

- прозорість: Усі транзакції в децентралізованій мережі криптовалют відкриті для перевірки всіма учасниками. Це дозволяє забезпечити повну прозорість і підтвердження автентичності даних, що створює довіру серед користувачів.

- незалежність від державних органів: Децентралізовані криптовалюти дозволяють користувачам працювати без участі банків, урядів або інших фінансових установ, що дає їм більшу свободу і незалежність у своїх фінансових операціях.

- інклюзивність: Завдяки децентралізації будь-хто може стати частиною криптовалютної мережі, незалежно від місця перебування, без необхідності мати рахунок у банку або відповідати вимогам централізованих фінансових організацій.

Однак, децентралізація не є без недоліків. Один з основних викликів це масштабованість. З ростом кількості транзакцій, що здійснюються в мережі, час обробки транзакцій може збільшуватися, що призводить до уповільнення процесу. Додатково, енергетичні витрати на майнінг, особливо у великих системах, таких як Bitcoin, можуть бути надзвичайно високими, що викликає занепокоєння щодо екологічного впливу криптовалют.

Іншим викликом є управління оновленнями в децентралізованих системах. Оскільки немає єдиного органу, що керує мережею, рішення про впровадження нових функцій або змін можуть бути затяжними або конфліктними серед учасників мережі [13].

Криптографія – це наука, яка займається методами забезпечення безпеки інформації, зокрема через шифрування, створення підписів і забезпечення аутентифікації. Вона є основою для безпечного функціонування криптовалют.

Криптографія використовується для забезпечення захисту даних, підтвердження автентичності транзакцій та анонімності користувачів. Без криптографії криптовалюти не могли б працювати, оскільки саме вона гарантує безпеку та незмінність всіх даних, що передаються в мережі.

Одним з основних методів криптографії, що використовується в криптовалютах, є хешування. Хеш-функція приймає на вхід довільний обсяг даних і створює унікальний ідентифікатор, який називається хешем. Цей хеш є унікальним для кожної транзакції чи блоку, і навіть найменша зміна вхідних даних змінює хеш. Ця особливість гарантує, що інформація в блокчейні не може бути змінена без зміни всього ланцюга, що робить її безпечною і незмінною.

Іншим важливим елементом криптографії є цифрові підписи. Вони використовуються для підтвердження автентичності транзакцій. Кожен користувач криптовалюти має пару ключів – публічний та приватний. Приватний ключ використовується для підписування транзакцій, що підтверджує їх дійсність і право власності на кошти. Публічний ключ, навпаки, є відкритим і дозволяє іншим учасникам мережі перевірити підписану транзакцію. Завдяки такому механізму криптовалюти забезпечують високу безпеку і захист від шахрайства.

Крім того, криптовалюти використовують публічні та приватні ключі, які є основою для проведення транзакцій у цих системах. Приватний ключ дозволяє власнику криптовалюти ініціювати транзакції та підписувати їх. Він є конфіденційним і повинний зберігатися в безпеці, оскільки доступ до нього надає повний контроль над активами користувача. Публічний ключ – це адреса, на яку можуть надходити кошти, і він може бути переданий іншим користувачам для здійснення платежів.

Криптографія в криптовалютах також має величезне значення для захисту даних від несанкціонованого доступу. Кожна транзакція, здійснена в криптовалютній мережі, зашифрована і підписана, що забезпечує її безпеку та невідомість. Всі транзакції записуються в блокчейн, що дає змогу перевірити їх правильність і підтвердити, що вони не були змінені після запису. Цей процес гарантує захист від атак і підробок, а також дозволяє зберігати інформацію про

кожну операцію на постійній основі.

Для забезпечення анонімності криптовалют також використовуються криптографічні методи. Зберігання анонімності користувачів є важливою перевагою криптовалютних систем. Хоча вся історія транзакцій доступна для перевірки, особисті дані учасників мережі не пов'язані з конкретними адресами або іменами. Це дозволяє зберігати конфіденційність учасників, забезпечуючи їм можливість здійснювати транзакції без розкриття особистої інформації [35].

Криптографія також використовується для забезпечення цілісності інформації. Оскільки транзакції, що записуються в блокчейн, зашифровані і містять цифрові підписи, будь-яка зміна в даних приведе до зміни хешу і порушення ланцюга блоків. Це забезпечує повну незмінність даних після їх запису в блокчейн, що є однією з основних переваг цієї технології.

У майбутньому криптографія в криптовалютах буде продовжувати вдосконалюватися. Технології, такі як квантова криптографія, можуть стати важливою складовою для забезпечення ще більш високого рівня безпеки, оскільки існуючі алгоритми можуть бути вразливими до атак з використанням квантових комп'ютерів. Водночас, нові методи шифрування й захисту даних відкривають можливості для покращення анонімності та захисту приватності користувачів, що є важливим аспектом для подальшого розвитку криптовалют.

Таким чином, криптографія є основою для безпечного і ефективного функціонування криптовалют. Вона гарантує захист даних, забезпечує безпеку транзакцій і дозволяє зберігати анонімність учасників мережі, що робить криптовалюту надійним інструментом для фінансових операцій у цифровому середовищі.

Майнінг – це процес створення нових одиниць криптовалюти через вирішення складних математичних задач, які є частиною підтвердження транзакцій і додавання нових блоків до блокчейну. Майнінг є ключовим елементом механізму доказу роботи (Proof of Work), який використовують багато криптовалют, таких як Bitcoin. Процес майнінгу включає в себе використання обчислювальних потужностей для вирішення математичних задач, що підтверджують транзакції і

додають нові блоки в блокчейн.

Кожен новий блок, що додається в блокчейн, містить набір транзакцій, які були здійснені в мережі. Для того, щоб додати новий блок, майнер повинен знайти правильний хеш для цього блоку – унікальний цифровий підпис, що задовольняє певні умови. Хеші є важливими для забезпечення безпеки і незмінності даних, оскільки навіть незначна зміна в блоці змінює його хеш, що робить неможливим підробку даних. Для того, щоб знайти правильний хеш, майнерам потрібно виконувати складні обчислення, що потребує значних обчислювальних потужностей.

Процес майнінгу не лише допомагає створювати нові одиниці криптовалюти, але й виконує важливу роль у підтвердженні та верифікації транзакцій. Майнер збирає транзакції з пулу транзакцій і формує з них новий блок, зовнішній вигляд майнеру зображений на рисунку 1.3. Після вирішення математичної задачі і знаходження хешу майнер додає блок до блокчейну, після чого інші учасники мережі перевіряють правильність цього блоку і оновлюють свої копії реєстру.



Рисунок 1.3 – Зовнішній вигляд майнінг ферми

Кожен майнер, який додає новий блок, отримує винагороду у вигляді нових одиниць криптовалюти. Для Bitcoin винагорода спочатку становила 50 біткоїнів за блок, але з часом вона зменшується вдвічі через процес халвінгу, що відбувається кожні 210 000 блоків. На даний момент винагорода складає 6.25 біткоїнів за блок.

Процес майнінгу має кілька важливих функцій у криптовалютній мережі. По-перше, він забезпечує безпеку мережі. Чим більше потужностей використовується для майнінгу, тим складніше здійснити атаку на систему. Для цього зловмисник повинен контролювати більшу частину потужностей мережі, що є надзвичайно важким завданням. По-друге, майнінг сприяє децентралізації криптовалютної системи, оскільки для верифікації транзакцій і створення нових блоків не потрібні центральні органи або банки.

Однак майнінг також має свої недоліки. Оскільки процес майнінгу вимагає величезних обчислювальних потужностей, це спричиняє високі витрати на енергію. Майнінг може бути дуже енергозатратним, особливо у великих системах, таких як Bitcoin, що викликає занепокоєння з приводу його екологічного впливу. Це стало основною причиною, чому деякі криптовалюти, наприклад Ethereum, почали переходити на інший алгоритм консенсусу – Proof of Stake (PoS), що потребує значно менше енергії.

Процес майнінгу також має деякі обмеження, пов'язані з масштабованістю. Зі збільшенням кількості транзакцій і учасників мережі, майнінг може ставати менш ефективним, що призводить до збільшення часу на підтвердження транзакцій і зниження швидкості обробки блоків. Це є однією з причин, чому криптовалюти постійно працюють над удосконаленням своїх технологій для підвищення ефективності системи.

Незважаючи на ці проблеми, майнінг залишається основним механізмом для підтримки безпеки та стабільності криптовалютних мереж. І хоча майнінг Bitcoin і інших криптовалют з високим попитом на обчислювальні потужності може мати свої екологічні та економічні виклики, багато проектів спрямовують зусилля на пошук альтернативних рішень, таких як Proof of Stake, щоб зробити процес більш ефективним і менш енергозатратним.

Транзакції в контексті криптовалют – це операції, які відбуваються між учасниками мережі для передачі цифрових активів, таких як біткоїни або ефіріум. Кожна транзакція містить інформацію про відправника, отримувача та кількість криптовалют, що передається. Транзакції записуються в блокчейн – розподілений реєстр, де вони зберігаються постійно і не можуть бути змінені після підтвердження [14].

Процес здійснення транзакцій у криптовалютах є простим, швидким і доступним, однак він також передбачає певні технічні аспекти, які забезпечують безпеку і захист від шахрайства. Оскільки криптовалюти не залежать від традиційних фінансових установ, транзакції між користувачами відбуваються без посередників – без необхідності залучення банків чи інших фінансових установ.

Для здійснення криптовалютних транзакцій користувачі використовують цифрові гаманці. Цифровий гаманець – це програма або апаратний пристрій, що дозволяє зберігати, отримувати і передавати криптовалюту. Кожен гаманець має пару ключів: публічний та приватний. Публічний ключ – це адреса, на яку можуть надходити кошти, а приватний ключ дає можливість користувачу підписувати транзакції і отримувати доступ до своїх активів.

Криптовалютні гаманці можуть бути гарячими (software wallets), коли вони зберігаються на комп'ютері або в Інтернеті, і холодними (hardware wallets), коли ключі зберігаються на спеціальних фізичних пристроях, що значно підвищує рівень безпеки, оскільки приватні ключі не підключені до Інтернету. У випадку втрати або крадіжки приватного ключа доступ до криптовалюти неможливо відновити, тому важливо зберігати ці дані в безпеці.

Коли користувач хоче здійснити транзакцію, він створює повідомлення, яке містить адресу отримувача і суму криптовалюти, що передається. Це повідомлення підписується приватним ключем відправника, що підтверджує, що транзакція є дійсною. Потім транзакція передається в мережу, де її перевіряють інші учасники (майнери або валідатори), які додають її до блокчейну, після чого транзакція стає незмінною і підтвердженою.

Кожен користувач, який хоче відправити криптовалюту, повинен мати

достатньо коштів на своєму рахунку для здійснення транзакції, а також враховувати транзакційні збори. Збори встановлюються мережею і є необхідними для стимулювання майнерів або валідаторів до обробки транзакцій. Збори можуть варіюватися залежно від поточного навантаження на мережу.

Хоча криптовалютні транзакції є анонімними, це не означає, що вони абсолютно неперевіряються. Всі транзакції записуються в блокчейн, який є відкритим і прозорим для перевірки всіма учасниками мережі. Таким чином, хоча особисті дані користувачів не прив'язані до їхніх криптовалютних адрес, сама історія транзакцій є доступною для перевірки. Це підвищує рівень довіри до системи, але водночас дозволяє здійснювати аудит та виявляти підозрілі операції [15].

Однією з важливих характеристик транзакцій є їх швидкість. Відправка і отримання криптовалют можуть займати від кількох хвилин до кількох годин, залежно від поточного навантаження на мережу і використовуваних методів підтвердження транзакцій. Наприклад, в системах як Bitcoin, час підтвердження може бути вищим, тоді як інші криптовалюти, як Ripple, здатні здійснювати майже миттєві транзакції.

Існує кілька типів криптовалютних транзакцій, зокрема стандартні перекази, мульти-підписні транзакції (коли для виконання транзакції необхідно підтвердження кількох учасників) і смарт-контракти – автоматичні контракти, що виконуються при дотриманні певних умов. Смарт-контракти дозволяють автоматизувати процеси в межах блокчейн-системи, створюючи більш складні транзакції і взаємодії між користувачами [36].

Транзакції в криптовалютних мережах мають низку переваг порівняно з традиційними фінансовими операціями, такими як низькі комісії, швидкість виконання та відсутність потреби в посередниках. Проте вони також мають недоліки, зокрема високу волатильність вартості криптовалют та можливі труднощі з їхнім використанням в деяких країнах через регуляторні обмеження [16].

Таким чином, цифрові гаманці та транзакції є основними інструментами для

роботи з криптовалютами. Вони дозволяють здійснювати безпечні і анонімні фінансові операції, не залежачи від централізованих фінансових установ, при цьому забезпечуючи прозорість і безпеку завдяки використанню блокчейн-технології.

Крім того, що криптовалюти забезпечують високу рівень безпеки та анонімності, вони також пропонують глобальний доступ до фінансових ресурсів. Незалежно від місця перебування користувачів, криптовалюти дають змогу проводити міжнародні транзакції без значних витрат на комісії та в режимі реального часу [17].

Криптовалюти відрізняються між собою за алгоритмами хешування, швидкістю транзакцій, рівнем анонімності та іншими характеристиками. Так, Bitcoin (BTC) є найбільш відомою та першою криптовалютою, але з'явилися і інші альткоїни, наприклад, Ethereum (ETH), Ripple (XRP) і Litecoin (LTC), які мають свої специфічні функціональні особливості та застосування.

Криптовалюти – це складна і багатогранна система, що поєднує в собі технології фінансів, математики, програмування і криптографії. Їхня децентралізована природа, надійність та безпека роблять криптовалюти потужним інструментом для зберігання вартості та проведення фінансових операцій у глобальному масштабі. Технологія блокчейн і криптографія гарантують, що кожна транзакція є прозорою, незмінною і безпечною, що є однією з головних переваг криптовалют порівняно з традиційними фінансовими інструментами [18].

1.2 Вплив волатильність на прогнозування курсу криптовалют

Прогнозування курсу криптовалют є однією з найбільш актуальних і складних задач у сучасній фінансовій сфері. Криптовалюти, такі як Bitcoin, Ethereum та інші альткоїни, вже стали важливим елементом глобальних фінансових ринків, а їхня висока волатильність робить їх привабливими для інвесторів,

трейдерів і навіть звичайних користувачів, які шукають альтернативні способи зберігання і накопичення вартості. Однак, незважаючи на їх популярність, ринок криптовалют є надзвичайно непередбачуваним, і прогнози щодо змін курсу криптовалют можуть мати значний вплив на прийняття рішень інвесторами та учасниками ринку.

Загальна волатильність криптовалютних курсів є однією з основних причин, чому прогнозування цих курсів стає настільки важливим. Криптовалюти відрізняються від традиційних активів не лише через свою цифрову природу, але й через високий рівень непередбачуваності їхніх цін. Вони можуть сильно коливатися в межах декількох годин або днів, що створює великі ризики для інвесторів і трейдерів, які хочуть отримати прибуток або мінімізувати можливі втрати.

Прогнозування курсу криптовалют має велике значення для трейдерів, які активно купують і продають ці активи на криптовалютних біржах. Високий рівень волатильності, властивий криптовалютним ринкам, надає можливості для отримання значних прибутків, але також підвищує ризики, тому точні прогнози про майбутні коливання цін є надзвичайно важливими для успішної торгівлі.

Крім того, інвестори, які вкладають кошти в криптовалюти як в довгостроковий актив, потребують надійних прогнозів для визначення найбільш вигідних моментів для покупки чи продажу. Довгострокові прогнози курсу криптовалют можуть допомогти знизити ризики і знайти оптимальні стратегії для інвестування в ці активи [19].

Важливою проблемою є також відсутність чіткої регуляції криптовалютних ринків, що робить прогнозування ще складнішим. Зміни в законодавстві, новини про державні ініціативи або рішення великих корпорацій можуть мати серйозний вплив на ціну криптовалют. Наприклад, оголошення про заборону криптовалют в одній країні або підтримку криптовалют іншою може призвести до різких коливань їх вартості [48].

Враховуючи, що криптовалюти активно використовуються не тільки як засіб зберігання вартості, але й як інструмент для розрахунків у децентралізованих

фінансах (DeFi), платежах і навіть в смарт-контрактах, правильне прогнозування їх вартості має вирішальне значення для стабільності ринку. Невизначеність щодо курсу криптовалют може впливати на довіру користувачів та їх готовність до інвестування або здійснення фінансових операцій за допомогою цих активів [51].

Використання математичних і статистичних моделей, а також методів машинного навчання для прогнозування цін криптовалют стало важливим напрямком досліджень у галузі фінансів та інформаційних технологій. Прогнозні моделі можуть допомогти аналітикам і трейдерам зрозуміти тенденції на ринку, оцінити можливі ризики і приймати обґрунтовані рішення. Проте, через велику кількість змінних, таких як макроекономічні фактори, новини, політичні події та ринкові настрої, точність прогнозів залишається складною задачею [20].

Прогнозування цін криптовалют також є актуальним через їх інтеграцію в традиційну фінансову систему. З кожним роком все більше фінансових установ, таких як банки, хедж-фонди та інвестиційні компанії, починають використовувати криптовалюту для інвестицій або створення фінансових продуктів на основі цих активів. Це збільшує роль криптовалют на глобальних ринках і робить прогнозування їх вартості ще важливішим для учасників фінансових ринків [41].

Враховуючи вищезазначене, задача прогнозування курсу криптовалют є не тільки важливою для трейдерів і інвесторів, але й для ширшої економічної стабільності, оскільки криптовалюту все більше інтегруються в економічні процеси. Тому розробка точних і ефективних методів прогнозування, а також аналіз факторів, що впливають на курс криптовалют, має велике значення для подальшого розвитку ринку та залучення нових учасників до криптовалютної економіки [52].

Волатильність у фінансових ринках є показником варіації цін на активи або доходностей за певний період. Це важливий індикатор, що вказує на рівень коливань вартості активу, будь то акції, облігації, валюти чи криптовалюти. Волатильність визначає, наскільки швидко і сильно змінюється ціна на активи, і є ключовим елементом для оцінки ризику на ринках. Вона вимірюється через стандартне відхилення або дисперсію цінових змін за певний період.

Висока волатильність означає великі коливання цін, що, в свою чергу, свідчить про високий рівень ризику. Для інвесторів і трейдерів волатильність може бути і можливістю для отримання прибутку, і джерелом значних фінансових втрат, залежно від того, як вона оцінюється і як з нею працюють на ринку. В низьковолатильних ринках зміни в ціні активу більш прогнозовані і стабільні, тоді як високоволатильні ринки більш нестабільні і можуть призвести до різких змін.

Існують різні типи волатильності, зокрема історична та очікувана. Історична волатильність вимірюється на основі фактичних даних про зміни цін за минулий період, даючи змогу оцінити, як сильно ціни змінювалися в минулому. Очікувана волатильність базується на оцінках майбутніх змін і часто визначається через аналіз ринкових опціонів. Це дозволяє трейдерам та інвесторам спрогнозувати можливі цінові коливання і на основі цього приймати рішення про свої інвестиційні стратегії.

На волатильність ринку впливають різні фактори, серед яких макроекономічні зміни, політична нестабільність, новини, пов'язані з конкретними компаніями або ринками, а також зміни у попиті та пропозиції. У випадку з криптовалютами волатильність може бути навіть вищою, оскільки на ринку криптовалют часто спостерігається висока спекулятивна активність, новини, що впливають на настрої інвесторів, та інші непередбачувані фактори [21].

Волатильність також має важливе значення для оцінки ризиків на фінансових ринках. Криптовалюти, через свою високу волатильність, є привабливими для трейдерів, які шукають можливості для отримання значного прибутку, але в той же час вони несуть і великі ризики. Висока волатильність може бути використана для довгострокових інвестицій та спекулятивних операцій, але при цьому необхідно розуміти можливі втрати, які можуть виникнути через непередбачувані зміни курсу [22].

Зокрема, ринок криптовалют характеризується значною волатильністю, що є однією з основних причин, чому ці активи користуються популярністю серед інвесторів та трейдерів. Для таких активів, як Bitcoin та Ethereum, зміни курсу можуть відбуватися дуже швидко, що створює можливості для отримання

прибутку, однак також підвищує ризики для тих, хто не враховує ці коливання при прийнятті рішень.

Таким чином, волатильність є ключовим елементом на фінансових ринках, зокрема в контексті криптовалют. Вона дозволяє визначити рівень ризику, який несуть активи, а також допомагає трейдерам і інвесторам зрозуміти, як ринок може змінюватися, даючи змогу планувати стратегії для управління ризиками. Високий рівень волатильності криптовалют також дає можливість для значних фінансових вигод, однак при цьому потрібно бути готовим до можливих втрат, що підвищує важливість прогнозування та аналізу волатильності.

Ринок криптовалют є відносно новим і має низку унікальних характеристик, які відрізняють його від традиційних фінансових ринків. Цей ринок функціонує на основі цифрових валют, які використовують блокчейн для реєстрації всіх операцій, забезпечуючи таким чином прозорість і безпеку транзакцій. З часом ринок криптовалют став важливим інструментом для інвесторів і трейдерів, однак він має кілька специфічних рис, що впливають на його динаміку і поведінку.

Одна з основних особливостей ринку криптовалют – це його децентралізованість. Криптовалюти не контролюються жодними державами або фінансовими установами. Всі транзакції відбуваються між користувачами мережі, і ніхто не має можливості безпосередньо змінювати їх або скасовувати. Це дозволяє забезпечити більшу автономію і незалежність від традиційних фінансових інститутів. Однак ця децентралізація також створює певні ризики, оскільки відсутність контролю може сприяти шахрайству чи іншим проблемам.

Другим важливим аспектом є висока волатильність. Криптовалюти відомі своїми різкими коливаннями цін, що створює як можливості для отримання прибутку, так і ризики для інвесторів. Волатильність на ринку криптовалют може бути викликана різноманітними факторами, такими як зміни в настроях інвесторів, новини про регуляцію, розвиток нових технологій або навіть випадкові події в світі криптовалют. Наприклад, новини про регулювання криптовалют у різних країнах можуть призвести до значних коливань цін на ці активи.

Ще одна особливість ринку криптовалют – це спекулятивна природа

багатьох операцій. Оскільки криптовалюти не мають фізичного підґрунтя (наприклад, золото чи валюти, що підтримуються центральними банками), їхня вартість значною мірою залежить від попиту та пропозиції, а також від настроїв на ринку. Це робить криптовалюти привабливими для трейдерів, які можуть отримувати значні прибутки за рахунок короткострокових коливань цін. Однак спекулятивний характер ринку також збільшує рівень ризику, оскільки ціни можуть змінюватися швидко і непередбачувано.

Крім того, ринок криптовалют має низьку регульованість порівняно з традиційними фінансовими ринками. Хоча окремі країни вже почали впроваджувати закони, що регулюють використання криптовалют, у багатьох регіонах відсутня чітка правова база для криптовалютних операцій. Це може призвести до правових невизначеностей, що ускладнює діяльність на ринку. У деяких країнах криптовалюти заборонені або обмежені, що також може впливати на їхню вартість і популярність.

Анонімність є ще однією важливою характеристикою ринку криптовалют. Транзакції в блокчейні можуть бути анонімними, тобто не обов'язково прив'язаними до реальних імен користувачів. Це забезпечує конфіденційність і захист особистих даних, але також створює потенційні проблеми, пов'язані з використанням криптовалют для незаконної діяльності, такої як відмивання грошей чи фінансування тероризму. З цієї причини багато урядів прагнуть запровадити регулювання, яке б забезпечувало прозорість і контроль за операціями [23].

Ще однією особливістю ринку є інноваційність криптовалют. З розвитком технології блокчейн з'являються нові можливості, такі як децентралізовані фінанси (DeFi), смарт-контракти, токенизація активів і NFT (невзаємозамінні токени), що відкривають нові горизонти для фінансових операцій. Ці інновації можуть змінити традиційні підходи до фінансів, роблячи їх більш доступними, прозорими і автоматизованими. Ринок криптовалют активно розвивається, і нові технології продовжують з'являтися, що робить його цікавим як для інвесторів, так і для технологічних стартапів [24].

Загалом, ринок криптовалют є надзвичайно динамічним і швидко змінюється. Він поєднує в собі можливості для значних фінансових вигод і інновацій, але також супроводжується високими ризиками. Його розвиток, попри значну нестабільність і невизначеність, продовжує приваблювати учасників з усього світу, шукаючи нові способи збереження і примноження капіталу. Тому розуміння особливостей цього ринку є критично важливим для всіх, хто бажає ефективно працювати з криптовалютами, будь то інвестори, трейдери чи розробники нових технологій [25].

1.3 Фактори впливу на волатильність криптовалют та інші фінансові активи

Фактори, що впливають на волатильність криптовалют, є численними та різноманітними, і вони визначають ступінь коливань цін на ринку. Окрім макроекономічних, технологічних, новинних та регуляторних факторів, є ще кілька важливих аспектів, які можуть викликати сильні коливання цін на криптовалюти. Розглянемо деякі з них.

Ринкова ліквідність. Ліквідність ринку криптовалют – це здатність активів бути швидко проданими або купленими без значних змін у їх ціні. Висока ліквідність знижує волатильність, оскільки великі обсяги угод можуть бути здійснені без значних змін курсу. Однак ринки з низькою ліквідністю більш вразливі до великих коливань цін, оскільки навіть невеликі обсяги торгів можуть спричинити різкі зміни курсу. Криптовалюти з обмеженим обсягом торгів, особливо менш відомі альткоїни, можуть демонструвати більшу волатильність через низький рівень ліквідності.

Попит і пропозиція. Як і в будь-якому іншому ринку, попит і пропозиція є важливими факторами, що визначають волатильність криптовалют. Різкі зміни в попиті або пропозиції можуть значно впливати на ціну криптовалюти. Наприклад, зростання попиту на конкретну криптовалюту внаслідок інтересу інвесторів чи підприємств до цієї валюти може призвести до її швидкого зростання в ціні. З

іншого боку, зменшення попиту або надмірна пропозиція певної криптовалюти можуть спричинити падіння її курсу.

Технічний аналіз та ринкові тренди. Технічний аналіз, заснований на вивченні історичних даних про ціну і обсяги торгів, може впливати на волатильність криптовалют. Багато трейдерів використовують технічні індикатори, такі як супротивлення, підтримка, ковзаючі середні та інші методи для прогнозування майбутніх цінових рухів. Коли ці індикатори сигналізують про можливий розворот тренду або початок нового напрямку, ринок може зазнати значних коливань. Важливо, що такі прогнози можуть працювати як самостійні стимули для ринку, оскільки багато інвесторів і трейдерів слідує подібним сигналам [26].

Ризик ліквідації. Ліквідація позицій на кредитному плечі або внаслідок маржинальних угод може призвести до різких рухів на ринку криптовалют. Коли трейдери з великими позиціями стикаються з великими збитками, вони змушені ліквідувати свої активи для зменшення ризику, що може призвести до ще більших коливань ціни. Це особливо характерно для криптовалют, де багато учасників використовують маржинальну торгівлю з високими коефіцієнтами кредитного плеча. Ліквідація великої кількості таких позицій може викликати сплеск волатильності, навіть якщо на ринку немає зовнішніх новин [27].

Емоції та масові рухи інвесторів. На криптовалютних ринках емоції інвесторів мають великий вплив на коливання цін. Психологічні фактори, такі як страх, жадібність, паніка або фомо (страх пропустити можливість), можуть спричинити різке збільшення попиту або продажів, що в свою чергу викликає значні зміни курсу криптовалют. Коли на ринку з'являються чутки або новини, що викликають паніку серед інвесторів, це може призвести до швидких продажів і різкого падіння ціни. З іншого боку, коли інвестори відчувають можливість отримання значного прибутку, це може призвести до різкого зростання попиту і, відповідно, курсу криптовалюти.

Інституційний інтерес та великі інвестиції. Інституційні інвестори та великі фінансові компанії, які почали активно інвестувати в криптовалюту, значно

впливають на волатильність цього ринку. Велика сума грошей, вкладених великими гравцями, може змінити баланс попиту і пропозиції, що призводить до коливань курсу. Наприклад, інвестиції великих фінансових організацій у криптовалюти, такі як Bitcoin чи Ethereum, можуть значно підвищити довіру до ринку і призвести до зростання цін. Однак, з іншого боку, якщо інституційні інвестори вирішать вивести великі обсяги активів, це може викликати падіння цін.

Макроекономічні фактори мають значний вплив на волатильність криптовалют, оскільки вони визначають загальний стан економіки та її вплив на фінансові ринки. Зміни в економічних показниках, таких як інфляція, процентні ставки, рівень безробіття або валовий внутрішній продукт (ВВП), можуть викликати зміни у попиті на криптовалюти. В умовах економічної нестабільності або інфляції криптовалюти можуть використовуватись як альтернативний засіб збереження вартості, що призводить до збільшення попиту на них. Наприклад, у країнах з високим рівнем інфляції криптовалюти часто стають інструментом для захисту заощаджень від знецінення національних валют.

Також важливими є зміни в глобальній економічній ситуації, які можуть впливати на криптовалюти. Великі економічні кризи, фінансові буми чи рецесії можуть спричиняти значні коливання на ринку криптовалют, оскільки вони впливають на поведінку інвесторів, змінюючи рівень їхньої довіри до фінансових активів. У такі періоди криптовалюти можуть стати альтернативою традиційним інвестиціям, підвищуючи їхню популярність серед інвесторів, що веде до збільшення волатильності.

Технологічні зміни та інновації, які відбуваються на ринку криптовалют, можуть істотно впливати на їх волатильність. Всі криптовалюти засновані на блокчейн-технології, і будь-які вдосконалення або зміни в цій технології можуть мати значний вплив на вартість активів. Наприклад, запуск нових версій блокчейн-протоколів або вдосконалення алгоритмів консенсусу може підвищити швидкість, ефективність і безпеку криптовалют, що здатне вплинути на їхню популярність і вартості [29].

Важливими для ринку є також нові технології, що використовуються для

вдосконалення майнінгу криптовалют, а також розвиток децентралізованих фінансів (DeFi). У разі виникнення нових інновацій, таких як зменшення витрат на енергоспоживання чи покращення масштабованості, це може підвищити ефективність і доступність криптовалют, тим самим впливаючи на їхню волатильність.

Іншою важливою частиною є рівень прийняття криптовалют у різних сферах економіки, що залежить від технічних удосконалень у використанні цих активів. Якщо криптовалюти набувають більшу популярність у повсякденних розрахунках, це може знизити їх волатильність, оскільки попит на них стає більш стабільним.

Новини є одними з найбільш впливових факторів, що визначають волатильність криптовалют. Криптовалютний ринок чутливий до змін в інформаційному просторі, і навіть незначні новини можуть спричинити значні коливання цін. Наприклад, оголошення про підтримку криптовалют великими компаніями, такими як Tesla чи Square, може призвести до різкого зростання їхньої вартості, оскільки такі новини підвищують рівень довіри до криптовалют як активів для інвестування.

Водночас новини про заборону криптовалют в окремих країнах або впровадження жорстких регуляцій можуть значно знизити їхню вартість, оскільки такі події часто призводять до падіння інвестиційного інтересу. Наприклад, новини про заборону Bitcoin в Китаї або про нові обмеження в Індії можуть призвести до падіння ціни цієї криптовалюти через негативний вплив на ринкові настрої.

Інші важливі новини, такі як технічні оновлення в криптовалютах, запуск нових проектів на базі блокчейн або аналітичні звіти великих інвестиційних компаній, також можуть змінювати ринкові умови і викликати коливання вартості криптовалют. Сприятливі новини, що стосуються криптовалют, можуть стати каталізатором для значного зростання цін на ринку, в той час як негативні новини можуть призвести до масових продажів і падіння вартості активів.

Зміни в регулюванні криптовалют є важливим фактором, який значно впливає на їх волатильність. Криптовалюти не є офіційними валютою в більшості країн, тому їхній статус може змінюватися в залежності від політичної ситуації,

економічної політики урядів та національних центральних банків. Наприклад, країни можуть вводити нові закони, що стосуються оподаткування криптовалют, вимог до їх обігу, реєстрації на криптовалютних біржах або використання криптовалют у платіжних системах.

Зміни в регуляції можуть призвести до значної непередбачуваності на ринку. Оголошення про підтримку криптовалют або про визнання їх законним платіжним засобом може призвести до зростання попиту на криптовалюту та збільшення їх вартості. Однак новини про обмеження чи заборони криптовалют у великих економіках, таких як Китай або Індія, можуть значно знизити інтерес до цих активів, що призведе до падіння їхньої вартості [32].

Зміни в міжнародних регулюваннях також можуть вплинути на криптовалютний ринок. Наприклад, рішення Європейського Союзу або США щодо правила інвестицій в криптовалюту, регулювання ICO чи створення нових нормативних актів можуть викликати зміни в курсах криптовалют на глобальних фінансових ринках. Регулювання, яке сприяє прийняттю криптовалют у фінансових системах, зазвичай призводить до стабільності на ринку, тоді як надмірно жорсткі регулювання можуть посилювати волатильність через невизначеність та страх інвесторів [33].

Волатильність є однією з основних характеристик фінансових активів, яка визначає рівень ризику, пов'язаний з їхнім інвестуванням. Оскільки криптовалюти є відносно новим інструментом на фінансових ринках, їх волатильність часто порівнюється з волатильністю традиційних фінансових активів, таких як акції, облігації, золото та валютні пари. Відмінності в рівнях волатильності можуть допомогти інвесторам зрозуміти потенційні ризики та можливості при роботі з різними активами.

Волатильність криптовалют Криптовалюти, такі як Bitcoin, Ethereum та інші альткоїни, відомі своєю високою волатильністю. Це означає, що ціни на криптовалюти можуть змінюватися дуже швидко і на значні величини за короткий проміжок часу. Наприклад, Bitcoin може збільшити або зменшити свою вартість на 10-20% протягом декількох годин чи днів, що є дуже високим рівнем коливань

порівняно з традиційними фінансовими активами.

Однією з причин такої високої волатильності є спекулятивний попит, коли інвестори та трейдери активно купують або продають криптовалюти в залежності від новин, емоцій та короткострокових прогнозів. Інша причина – це відсутність централізованого регулювання, що дозволяє ринку бути більш чутливим до різних економічних, політичних і технологічних подій.

Волатильність акцій Акції традиційних компаній також можуть демонструвати значну волатильність, але зазвичай рівень коливань цін на акції значно нижчий, ніж на криптовалюти. Це зумовлено кількома факторами. По-перше, ринок акцій є більш стабільним завдяки наявності регулюючих органів та довгострокових економічних моделей, які підтримують більшу передбачуваність. По-друге, акції корпорацій пов'язані з реальними економічними показниками, такими як прибуток компанії, дивіденди і загальний стан економіки.

Проте, акції можуть ставати високоволатильними під час економічних криз, корпоративних скандалів або важливих новин про конкретні компанії. Наприклад, акції технологічних компаній, таких як Tesla або Amazon, можуть демонструвати значні коливання, але зазвичай їхній рівень волатильності все одно залишається нижчим за криптовалюти, оскільки ці ринки більш зрілі та стабільні.

Волатильність облігацій Облігації, як правило, мають набагато меншу волатильність, оскільки вони є борговими інструментами, які забезпечують стабільні платежі у вигляді відсотків і мають фіксовану номінальну вартість. Волатильність облігацій може збільшуватися в залежності від змін процентних ставок або кредитного ризику емітента, але в цілому вона є значно нижчою, ніж у акцій або криптовалют. Наприклад, інвестування в державні облігації країни з високим рейтингом зазвичай супроводжується дуже низьким рівнем волатильності [30].

Проте волатильність облігацій може збільшуватися в умовах фінансових криз або змін у політиці центральних банків, які можуть вплинути на процентні ставки або здатність урядів виплачувати борги. Проте навіть у таких випадках коливання вартості облігацій часто не досягає рівня волатильності криптовалют чи

акцій.

Волатильність золота. Золото традиційно вважається стабільним активом, що використовується для хеджування ризиків та збереження вартості в умовах економічної або політичної нестабільності. Волатильність золота в порівнянні з криптовалютами значно нижча, однак золото також може демонструвати коливання, особливо під час економічних криз або великих змін на валютних ринках.

Золото є традиційним активом для збереження вартості, і хоча його ціна може зростати або знижуватися під впливом макроекономічних факторів, таких як інфляція, процентні ставки або глобальні економічні кризи, ці коливання не є такими різкими, як у криптовалют. Золото здебільшого розглядається як інвестиція у стабільність, і його волатильність значно менша порівняно з цифровими активами.

Волатильність валют. Валюти на ринках Forex також можуть демонструвати високу волатильність, особливо якщо мова йде про менш стабільні або розвиваючі ринки. Проте валютні ринки, на відміну від криптовалютних, значно більш стабільні завдяки державному регулюванню і великим обсягам торгів. Більш стабільні валюти, такі як долар США, євро чи йена, звичайно мають значно меншу волатильність, ніж криптовалюти.

Валюти можуть показувати великі коливання, якщо на ринку є економічні чи політичні зміни, наприклад, зміна урядів, економічні кризи або зміни в грошово-кредитній політиці. Проте навіть у таких випадках валютні ринки зазвичай не демонструють таку високу волатильність, як криптовалютні ринки.

Висновки до першого розділу

У першому розділі було розглянуто ключові аспекти, що стосуються криптовалют, їхнього функціонування та розвитку, а також актуальність прогнозування їхнього курсу. Криптовалюти, зокрема Bitcoin та Ethereum, стали

важливою частиною сучасної економіки завдяки своїй технології блокчейн, децентралізованій природі та високому рівню безпеки. Їхня здатність функціонувати без посередників та обмежень з боку традиційних фінансових установ зробила їх популярними серед інвесторів і користувачів, відкривши нові можливості для глобальних фінансових операцій.

Водночас, криптовалюти мають свої специфічні особливості, такі як висока волатильність, що ускладнює точне прогнозування їхнього курсу. Це створює значні ризики для інвесторів і трейдерів, що вимагає розробки ефективних методів прогнозування. Прогнозування курсу криптовалют стає надзвичайно важливим для оцінки майбутніх коливань на ринку, підвищення стабільності ринку та оптимізації інвестиційних стратегій.

Завдяки використанню математичних моделей, методів технічного аналізу, а також новітніх технологій, таких як машинне навчання, можна створювати більш точні і надійні прогнози, що дозволить мінімізувати ризики і максимізувати прибуток. Проте, через множинність факторів, що впливають на курс криптовалют, це завдання залишається складним і потребує подальших досліджень і вдосконалення моделей прогнозування.

Отже, прогнози курсу криптовалют є важливим елементом для всіх учасників ринку, і точні моделі прогнозування допоможуть підвищити ефективність інвестування, сприятимуть розвитку криптовалютних технологій та покращенню їх інтеграції в традиційні фінансові системи.

Також були розглянуті теоретичні основи волатильності криптовалют та визначено ключові фактори, які впливають на цей показник. Волатильність є важливим і характерним аспектом криптовалют, і її значення для інвесторів, трейдерів і аналітиків не можна недооцінювати, оскільки вона безпосередньо впливає на можливості отримання прибутку і на рівень ризику на ринку криптовалют.

Аналіз показав, що на волатильність криптовалют значний вплив мають різні макроекономічні фактори, такі як зміни в економічних умовах, інфляція, процентні ставки та інші глобальні економічні події. Крім того, технологічні оновлення та

інновації в криптовалютних системах також можуть викликати коливання вартості активів. Важливими є й новини, що стосуються криптовалют, а також регуляторні зміни в різних країнах, які можуть змінювати рівень довіри до цих активів і впливати на їхню ліквідність.

Порівняння волатильності криптовалют з іншими фінансовими активами показало, що криптовалюти мають значно вищу волатильність порівняно з традиційними активами, такими як акції, облігації, золото чи валютні пари. Це пов'язано з численними факторами, включаючи спекулятивну природу ринку, низьку ліквідність деяких криптовалют, відсутність централізованого регулювання і високий рівень емоційного впливу.

Отже, волатильність криптовалют є важливою характеристикою ринку, і для її аналізу та прогнозування необхідно враховувати численні фактори, що визначають ці коливання. Розуміння причин волатильності допомагає трейдерам та інвесторам розробляти стратегії для управління ризиками і максимізації потенційних прибутків. Водночас висока волатильність криптовалют залишається значним викликом для стабільності їхніх ринків та інтеграції криптовалют у традиційну фінансову систему.

2 Аналіз волатильності криптовалюти Bitcoin на криптовалютних біржах

2.1 Методи та підходи до вимірювання волатильності

Історичний підхід до вимірювання волатильності є одним з найпоширеніших і найбільш простих методів аналізу коливань цін на фінансових ринках. Цей підхід базується на аналізі історичних даних про зміни цін на активи, таких як криптовалюти, акції чи облігації, з використанням стандартного відхилення як основного інструменту для оцінки варіативності цін.

Історичний підхід до вимірювання волатильності зводиться до аналізу минулих змін у цінах активів за певний період часу. Це дозволяє оцінити, як сильно і часто змінювалася ціна активу, що дає уявлення про його стабільність і ризикованість у минулому. За допомогою цього методу можна також спрогнозувати можливі коливання в майбутньому, з огляду на те, як ціни змінювались раніше.

Одним з найпоширеніших статистичних методів для вимірювання волатильності є стандартне відхилення (SD, Standard Deviation). Це показник, який визначає середнє відхилення цін від середнього значення за певний період. Стандартне відхилення дозволяє виміряти, наскільки сильно ціни активу відхиляються від середнього значення за певний період часу. Чим більше відхилення, тим вище волатильність.

Формула для розрахунку стандартного відхилення виглядає наступним чином:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \mu)^2}, \quad (2.1)$$

де σ – стандартне відхилення;

n – кількість спостережень (наприклад, кількість днів, на які здійснюється аналіз);

X_i – ціна активу в кожний момент часу;

μ – середнє значення цін за весь період.

Стандартне відхилення відображає ступінь коливань цін навколо середнього значення, що дозволяє оцінити рівень ризику для інвестора чи трейдера.

Як застосовувати стандартне відхилення для аналізу волатильності криптовалют

Для криптовалют, таких як Bitcoin чи Ethereum, історичний підхід з використанням стандартного відхилення може бути дуже корисним, оскільки ці ринки мають високу волатильність. Застосовуючи цей підхід, можна оцінити щоденні коливання цін на криптовалюти протягом певного періоду (наприклад, за останній місяць чи рік).

Щоб отримати об'єктивну оцінку волатильності, зазвичай використовують щоденні ціни закриття криптовалют. Стандартне відхилення на основі цих даних дозволяє зрозуміти, наскільки ціна може коливатися від середнього значення, що є важливим для розрахунку ризику та планування інвестиційних стратегій.

Чим вищим є значення стандартного відхилення, тим більше коливань ціни активу від її середнього значення, що означає вищу волатильність. Висока волатильність зазвичай асоціюється з високим ризиком, але водночас і з великими можливостями для отримання прибутку, оскільки трейдери та інвестори можуть використовувати ці коливання для спекуляцій.

Для криптовалют стандартне відхилення є важливим інструментом, оскільки їх ринки можуть бути дуже нестабільними, що забезпечує великі коливання в короткостроковій перспективі. Наприклад, Bitcoin може демонструвати значні зміни ціни протягом декількох годин або днів, що робить розрахунок стандартного відхилення ключовим для оцінки ризиків і створення стратегії торгівлі.

Обмеження історичного підходу

Історичний підхід до вимірювання волатильності має кілька обмежень. По-перше, цей метод базується на припущенні, що історія цін може бути хорошим індикатором для прогнозування майбутніх коливань. Однак ринки криптовалют, як

і інші фінансові ринки, можуть змінюватися через нові технології, зміни в регуляції чи інші несподівані фактори, що робить історичні дані не завжди точними для прогнозування майбутніх рухів.

По-друге, історичне стандартне відхилення не враховує подій, що можуть змінити тренд, таких як новини, зміни в законодавстві чи великі інвестиції в криптовалюту. Це означає, що метод може недооцінювати можливі коливання на ринку, які не були характерні для попереднього періоду.

Важливими інструментами для оцінки рівня непередбачуваності на фінансових ринках є Індeksi волатильності. Одним з найбільш відомих і широко використовуваних індексів є VIX (Volatility Index), який відображає очікувану 30-добову волатильність фондового ринку США, виміряну через ціни на опціони на індекс S&P 500. Індекс VIX базується на математичних розрахунках на основі цін на опціони, які є контрактами на покупку або продаж активів за фіксованою ціною в майбутньому. Індекс VIX зазвичай інтерпретується як показник рівня ризику або невизначеності на ринку, оскільки він відображає те, як інвестори оцінюють можливі цінові коливання в найближчому майбутньому [39].

Коли значення VIX високе (понад 30), це свідчить про високий рівень страху або турбулентності на ринку, що часто спостерігається під час фінансових криз або значних економічних подій. В таких випадках інвестори стають більш обережними, що призводить до великих коливань на ринку. Низькі значення VIX (менше 15) вказують на стабільність і низький рівень волатильності на ринку, що означає відсутність значних економічних потрясінь і більшу впевненість інвесторів.

Індекс VIX може бути корисним для криптовалютних ринків, оскільки він дозволяє оцінити рівень страху чи оптимізму на глобальних фінансових ринках, що може мати непрямий вплив на попит на криптовалюту. Наприклад, коли індекс VIX зростає, це може вказувати на збільшення глобальних економічних чи політичних ризиків, що змушує інвесторів звертатися до більш ризикованих активів, таких як криптовалюти, які можуть ставати інструментом захисту від нестабільності традиційних фінансових ринків.

Попри те, що VIX безпосередньо вимірює волатильність традиційних ринків,

він також може бути корисним для аналізу волатильності криптовалют, оскільки глобальні економічні зміни, відображені в зростанні чи зниженні VIX, можуть впливати на поведінку інвесторів і в криптовалютному секторі. Наприклад, у періоди високої волатильності на фондовому ринку інвестори можуть шукати альтернативні варіанти для збереження вартості, такі як криптовалюти, що, в свою чергу, може спричинити зростання волатильності на криптовалютних ринках.

Існують і інші індекси, подібні до VIX, наприклад, VSTOXX, який вимірює волатильність європейських ринків на основі опціонів на індекс EuroStoxx 50. Індекс VSTOXX корисний для оцінки волатильності на ринку Європи, і також може бути використаний для прогнозування впливу економічних подій в ЄС на глобальні фінансові ринки. Для криптовалют також існують спеціальні індекси волатильності, такі як CVI (Cryptocurrency Volatility Index), що безпосередньо оцінює коливання цін на криптовалютах, допомагаючи трейдерам і інвесторам зрозуміти рівень ризику на цих ринках.

Індекси волатильності, такі як VIX, є важливими інструментами для інвесторів, оскільки вони допомагають оцінити рівень ризику та потенційні цінові коливання на ринку. Вони дають змогу зрозуміти, чи є ринок нестабільним, і допомагають приймати обґрунтовані рішення щодо інвестицій. Індекс VIX може бути використаний в якості порівняльного інструменту між традиційними фінансовими активами та криптовалютами, допомагаючи оцінити можливі взаємозв'язки між цими двома ринками. Крім того, використання таких індексів допомагає у хеджуванні ризиків, створенні інвестиційних стратегій і побудові більш ефективних фінансових портфелів. Проте, важливо розуміти, що індекси волатильності, хоча й є потужними інструментами, не гарантують повного передбачення майбутніх змін, оскільки вони засновані на даних про ринкову поведінку, а не на факторах, які можуть вплинути на ринок у майбутньому.

Прогнозування волатильності є важливою складовою фінансового аналізу, оскільки допомагає інвесторам, трейдерам та аналітикам оцінити рівень ризику на ринку. Для цього існує кілька математичних моделей, які дозволяють передбачити коливання цін і допомогти з розробкою стратегії інвестування або хеджування.

Однією з найбільш поширених моделей є GARCH, а також моделі EWMA та ARIMA. Усі ці методи дозволяють оцінювати волатильність активів, таких як криптовалюти, акції або облігації, з використанням історичних даних.

Моделі GARCH, EWMA та ARIMA є потужними інструментами для прогнозування волатильності фінансових ринків, включаючи ринок криптовалют. Кожна з цих моделей має свої особливості та переваги в залежності від того, які саме характеристики ринку чи активу необхідно врахувати для прогнозування майбутніх коливань. Вибір конкретної моделі залежить від типу даних, періоду прогнозування та точності, яка необхідна для інвестиційних стратегій чи оцінки ризиків.

Модель GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) є однією з найбільш популярних для прогнозування волатильності в фінансових ринках. Вона була розроблена Робертом Енглom у 1982 році для моделювання змін у волатильності, що змінюється з часом. Ця модель базується на тому, що волатильність активів є умовною (залежать від минулих шоків і волатильності), і не є постійною, а змінюється у залежності від попередніх спостережень.

Модель GARCH дозволяє аналізувати та прогнозувати гетероскедастичність, що означає, що варіація (дисперсія) волатильності змінюється в часі. Вона розглядає як історичні значення волатильності, так і впливи зовнішніх шоків на ринок для побудови прогнозів волатильності.

Математично модель GARCH може бути представлена як:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2, \quad (2.2)$$

де σ_t^2 — прогнозована дисперсія (волатильність) на момент часу t ,

α_0 — постійна складова (безумовна волатильність),

ϵ_{t-1}^2 — квадрат шоку на попередньому періоді,

σ_{t-1}^2 — волатильність на попередньому періоді.

Модель GARCH дозволяє прогнозувати зміни в волатильності та обліковувати вплив різких коливань на ринку (шоків). Вона часто застосовується для розрахунку ризиків в портфелі активів і для планування стратегії хеджування на основі волатильності.

Модель EWMA (Exponentially Weighted Moving Average) є одним із найпростіших методів для прогнозування волатильності. Вона базується на використанні ковзаючого середнього, де більш значну вагу мають останні спостереження, що дозволяє швидше реагувати на поточні зміни на ринку. Метод надає більш високий пріоритет останнім змінам у ціні активу та волатильності, що робить модель дуже чутливою до нових подій.

Формула для обчислення EWMA волатильності виглядає так:

$$\sigma_t^2 = (1 - \gamma) \sum_{i=1}^t \gamma^{t-i} \times r_i^2, \quad (2.3)$$

де σ_t^2 – прогнозована волатильність на момент часу t ,

γ – коефіцієнт згладжування (зазвичай знаходиться в межах від 0 до 1),

r_i – доходність актива в момент часу i ,

t – поточний момент часу.

Коефіцієнт γ визначає, наскільки швидко зменшується вплив старих спостережень на поточну волатильність. Чим менший коефіцієнт γ , тим більше уваги приділяється останнім змінам, що є корисним для короткострокових прогнозів. Модель EWMA широко використовується для моніторингу волатильності на фінансових ринках і може бути легко застосована для криптовалют через її простоту та швидкість обчислень.

Модель ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) є популярним методом для аналізу часових рядів і прогнозування на основі історичних даних. Модель ARIMA поєднує в собі три основні компоненти: авторегресію (AR), ковзаюче середнє (MA) та інтеграцію (I). Вона широко використовується для моделювання не тільки ціни активів, але й волатильності, оскільки дозволяє

аналізувати, як минулі зміни ціни можуть впливати на її майбутні коливання.

ARIMA підходить для прогнозування серій даних, які мають тренди чи сезонність, і може бути використана для аналізу волатильності на фінансових ринках. Вона дозволяє враховувати не тільки попередні значення волатильності, але й коригувати для будь-яких трендів чи циклічних коливань на ринку.

Формула для ARIMA виглядає так:

$$Y_t = \alpha + \sum_{i=1}^p \beta_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^q \theta_j \epsilon_{t-j}, \quad (2.3)$$

де Y_t – прогнозоване значення на момент часу t ,

α – постійна складова,

β_i – коефіцієнти авторегресії,

ϵ_{t-j} – залишки (помилки) за попередні періоди.

Модель ARIMA може бути адаптована для прогнозування волатильності шляхом використання різних варіацій цієї моделі, таких як ARIMA-GARCH, що поєднує характеристики обох моделей. Це дозволяє точно передбачити волатильність навіть у складних економічних умовах, таких як фінансові кризи або зміни на ринку криптовалют.

Технічний аналіз є однією з найбільш поширених методик прогнозування цінових коливань на фінансових ринках, включаючи ринок криптовалют. Цей метод ґрунтується на аналізі історичних цінових даних та обсягів торгів для виявлення закономірностей, тенденцій і потенційних змін у поведінці ринку. На відміну від фундаментального аналізу, який вивчає економічні, фінансові та інші основні фактори, технічний аналіз зосереджується виключно на графіках цін і індикаторах.

Основною ідеєю технічного аналізу є те, що ціни на активи рухаються в певних трендах, які можна передбачити, вивчаючи їхні минулі рухи. Це передбачає, що всі наявні та майбутні фактори, які можуть вплинути на ціну активу, вже

відображені в його ринковій ціні. Таким чином, технічний аналіз прагне виявити тренди, рівні підтримки і опору, а також сигнали для покупки чи продажу активу.

Цінові графіки є основним інструментом технічного аналізу, оскільки вони дають змогу візуалізувати зміни вартості активу за певний період часу. Основними типами графіків є лінійний, стовпчиковий та японські свічки. Лінійний графік показує зміни ціни активу через лінію, яка з'єднує ціни закриття за кожен період. Стовпчиковий графік надає більше інформації, включаючи ціни відкриття, закриття, максимум і мінімум для кожного періоду. Японські свічки є найбільш популярними серед трейдерів, оскільки вони дають більш детальну інформацію про рух цін, допомагаючи визначити патерни, що можуть свідчити про майбутні зміни ціни.

Індикатори технічного аналізу використовуються для точнішого прогнозування цінових коливань. Найбільш популярні з них включають середні ковзаючі, індекс відносної сили (RSI), MACD та Боллінгерові смуги. Середні ковзаючі дозволяють виявити загальні тренди, фільтруючи короткострокові коливання. Індекс RSI вимірює силу та швидкість цінового руху, що допомагає виявити перекупленість чи перепроданість активу. Індикатор MACD використовується для аналізу змін в силі тренду і моментумі, вказуючи на можливі точки розвороту. Боллінгерові смуги показують рівень волатильності на ринку, допомагаючи оцінити можливі зміни ціни.

Патерни та формації на графіках також відіграють важливу роль у технічному аналізі. Вони допомагають визначити можливі зміни тренду, такі як голова і плечі, подвійне дно і подвійний пік, а також різноманітні трикутники, канали чи прапори. Ці формації часто сигналізують про завершення поточного тренду та можливий розворот.

Технічний аналіз є надзвичайно корисним для прогнозування цін на криптовалюту, оскільки ринки криптовалют мають високу волатильність і можуть змінюватися дуже швидко. Цінові графіки і індикатори дозволяють трейдерам зрозуміти, в якому напрямку рухається ринок і як мінімізувати ризики, приймаючи правильні рішення. Крім того, завдяки високій ліквідності на великих

криптовалютних біржах технічний аналіз дає змогу ефективно торгувати навіть на коротких проміжках часу.

Технічний аналіз особливо корисний для краткострокових трейдерів, які шукають можливості для вигоди від краткострокових коливань цін. Для довгострокових інвесторів технічний аналіз також може бути корисним для виявлення основних трендів і визначення найбільш вигідних моментів для входу на ринок.

Таким чином, технічний аналіз є важливим інструментом для оцінки ринку криптовалют, адже він дає змогу трейдерам та інвесторам не лише виявляти тренди і коливання, а й передбачати майбутні цінові рухи, що дозволяє їм приймати більш обґрунтовані рішення на основі історичних даних і математичних моделей.

2.2 Оцінка волатильності ціни на криптовалюту Bitcoin на криптовалютних біржах Binance та Coinbase

Криптовалютні біржі є важливою складовою екосистеми цифрових активів, оскільки вони забезпечують ліквідність, торгівлю і доступ до криптовалют для мільйонів користувачів по всьому світу. Одними з найбільших і найпопулярніших криптовалютних бірж є Binance та Coinbase, кожна з яких має свої особливості та переваги, що робить їх важливими гравцями на ринку криптовалют.

Binance є однією з найбільших криптовалютних бірж у світі за обсягами торгів і популярністю серед користувачів зображена на рисунку 4. Заснована в 2017 році Чжао Чанпенем у Китаї, Binance швидко стала провідним гравцем на ринку завдяки широкому спектру доступних криптовалют для торгівлі та інноваційним технологіям. Біржа пропонує трейдерам широкий набір інструментів для здійснення операцій на ринку, включаючи спотову торгівлю, ф'ючерси, маржинальну торгівлю, стейкінг, а також біржові токени і децентралізовану фінансову платформу (DeFi).

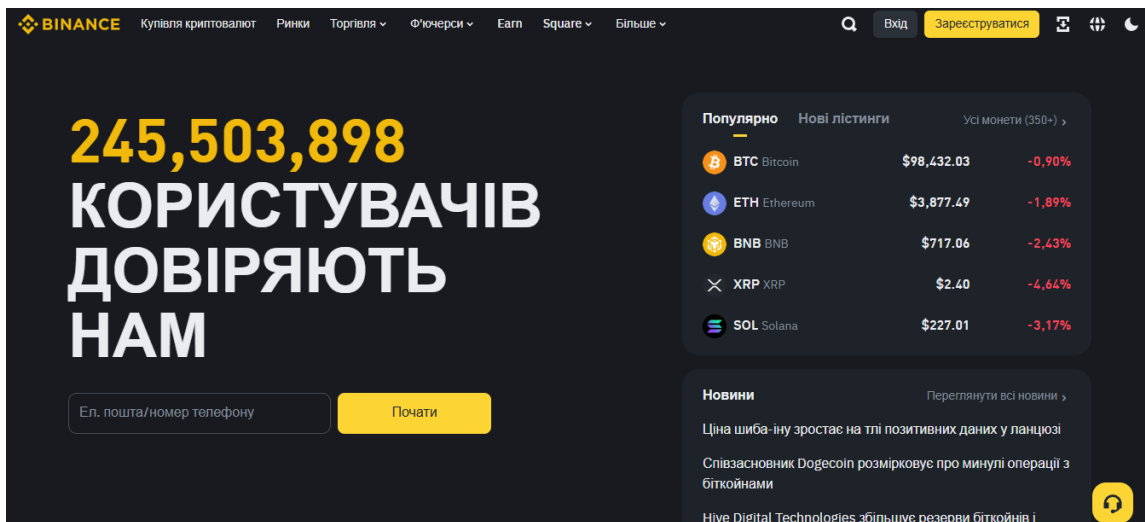


Рисунок 2.1 – Стартова сторінка сайту криптобіржі Binance

Binance має значну кількість доступних торгових пар і підтримує понад 500 криптовалют, що дозволяє користувачам отримати доступ до ринку цифрових активів у різних варіантах. Відмінною рисою Binance є наявність власної криптовалюти BNB (Binance Coin), яка використовується для оплати комісій на платформі з додатковими знижками.

З точки зору технічного функціоналу, Binance пропонує високий рівень безпеки завдяки двофакторній автентифікації (2FA), холодним гаманцям для зберігання активів, а також регулярним аудиту безпеки. Однак, через свою популярність і глобальну діяльність, Binance також зазнавала регуляторного тиску в деяких країнах, зокрема в США, Великобританії та Японії, де біржа стикалася з обмеженнями і заборонами на надання деяких послуг.

Binance відома своїми низькими комісіями за торгівлю, що приваблює великих трейдерів, а також має свою криптовалютну платформу для розміщення ICO (Initial Coin Offering), що дає можливість новим проектам залучати інвестиції. Крім того, Binance надає можливості для активних користувачів, включаючи програми лояльності, бонуси та участь у криптовалютних програмах.

Coinbase – це одна з найбільших і найвідоміших криптовалютних бірж, орієнтована на простоту використання і доступність для широкого кола користувачів, включаючи новачків у сфері криптовалют зображена на рисунку 4.2. Заснована в 2012 році Брайаном Армстронгом та Фредом Ерссоном у США,

Coinbase з самого початку зробила акцент на зручності користування та наданні доступу до криптовалют на інтуїтивно зрозумілій платформі. Coinbase є однією з найбільш популярних бірж серед нових користувачів криптовалют, оскільки надає простий інтерфейс і легкість у реєстрації та здійсненні операцій.

Однією з ключових переваг Coinbase є її регульована платформа, що робить її особливо привабливою для користувачів, які шукають безпеку та надійність у своїх криптовалютних операціях. Coinbase працює у США під регулюванням FinCEN та інших фінансових органів, що дозволяє їй забезпечити високий рівень довіри з боку користувачів. Coinbase також має значну кількість доступних криптовалют, зокрема Bitcoin, Ethereum, Litecoin, Bitcoin Cash та інші популярні активи.

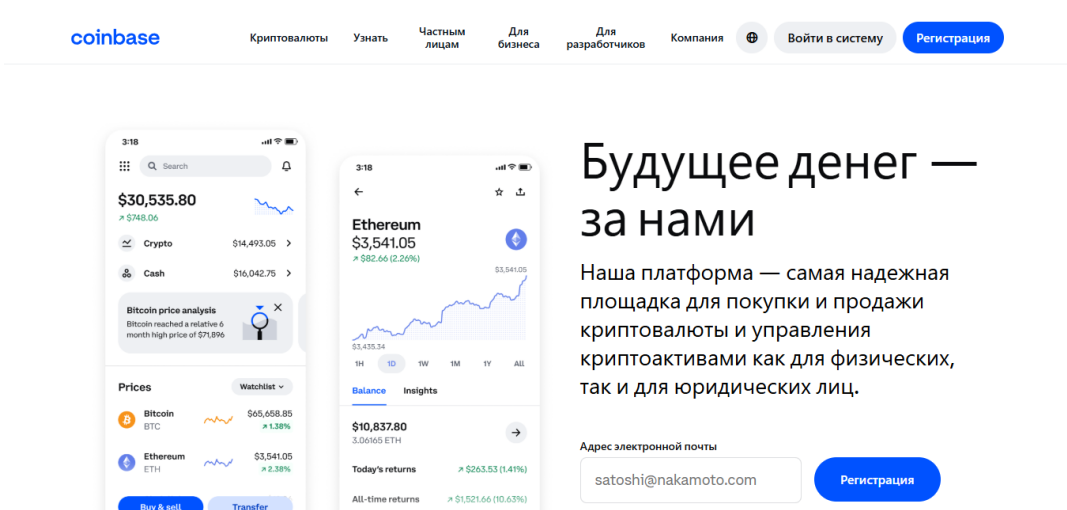


Рисунок 2.2 – Стартова сторінка сайту криптобіржі Coinbase

Coinbase підтримує Coinbase Pro, який є розширеною версією біржі для досвідчених трейдерів, пропонуючи більш складні інструменти для торгівлі, низькі комісії та можливість торгувати різними криптовалютними парами. Coinbase також має власну платіжну систему для покупок криптовалют за фіатні гроші, що дає можливість користувачам швидко вивести або внести кошти на платформу.

З точки зору безпеки, Coinbase використовує холодні гаманці для зберігання активів, а також забезпечує двофакторну автентифікацію для доступу до акаунтів користувачів. Проте варто зазначити, що комісії на Coinbase для нових користувачів можуть бути вищими, ніж на інших біржах, таких як Binance, що

може бути деяким недоліком для більш досвідчених трейдерів.

Binance і Coinbase є двома великими криптовалютними біржами з різними підходами до торгівлі та доступу на ринок криптовалют. Binance орієнтована на активних трейдерів, пропонуючи широкий спектр інструментів і низькі комісії, але може бути складнішою для новачків. Водночас Coinbase є більш доступною для початківців і має сильну репутацію завдяки регуляторному контролю, але її комісії можуть бути вищими. Обидві біржі є важливими гравцями на криптовалютному ринку, і кожна з них має свої сильні сторони, залежно від потреб користувача.

Ціна Bitcoin змінюється під впливом кількох ключових факторів, які взаємодіють між собою та формують складний механізм визначення її вартості. Одним з основних факторів є попит і пропозиція на ринку. Оскільки кількість Bitcoin обмежена 21 мільйоном монет, цей дефіцит призводить до того, що зростання попиту на Bitcoin може суттєво збільшити його ціну. Це особливо помітно в умовах економічної невизначеності, коли інвестори шукають альтернативні активи для збереження вартості, і Bitcoin стає привабливим варіантом.

Іншим важливим чинником є макроекономічні фактори, такі як інфляція, процентні ставки та економічні кризи. У ситуаціях високої інфляції або економічної нестабільності люди часто шукають способи захистити свої заощадження від знецінення, і в таких умовах Bitcoin може виступати як "цифрове золото". Це може привести до зростання попиту на криптовалюту і відповідно до її ціни. Водночас зміни в економічній політиці центральних банків і урядів можуть також мати великий вплив на ринок Bitcoin, адже будь-які коливання в традиційних фінансових інструментах можуть призвести до зміни настроїв на ринку криптовалют.

Не менш важливим фактором є регуляторне середовище. Законодавчі зміни в країнах, що стосуються криптовалют, можуть значно вплинути на їхню вартість. Країни, які впроваджують заборони на використання Bitcoin або обмежують торгівлю криптовалютами, можуть значно знизити попит на них, що веде до падіння ціни. Навпаки, країни, які легалізують Bitcoin або впроваджують більш

ліберальне регулювання криптовалют, можуть стимулювати ринок і підвищити ціну Bitcoin.

Важливим чинником є також інвестиції великих компаній. Вклади великих фінансових установ і корпорацій, таких як Tesla чи MicroStrategy, можуть впливати на попит на Bitcoin і викликати значні коливання ціни. Коли великі інституційні інвестори оголошують про покупку великих обсягів Bitcoin, це створює ефект довіри до криптовалюти, збільшуючи її вартість і підтверджуючи її як перспективний фінансовий інструмент.

Нарешті, технологічні інновації та новини мають суттєвий вплив на ціни Bitcoin. Оновлення програмного забезпечення, поліпшення безпеки мережі або нові можливості, що відкриваються для користувачів, можуть зміцнити довіру до цієї криптовалюти та привести до її подорожчання. Наприклад, покращення масштабованості мережі Bitcoin або інтеграція нових технологій для підвищення безпеки можуть мати позитивний ефект на ринок, сприяючи росту ціни.

Таким чином, зміна ціни Bitcoin є результатом складної взаємодії цих факторів, кожен з яких може по-різному впливати на ринок. У підсумку, ринок Bitcoin залишається дуже чутливим до зовнішніх і внутрішніх змін, що визначає його високу волатильність і можливість значних коливань навіть на короткострокових періодах.

У серпні 2023 року компанія Grayscale здобула перемогу в судовому процесі проти Комісії з цінних паперів і бірж США (SEC), що вимагала перетворення її біткоїн-трасту на спотовий біткоїн ETF. Ця юридична перемога стала важливою віхою для криптовалютної індустрії, яка досі відновлювалася після негативних наслідків, спричинених кризовими подіями 2022 року. Вона стала каталізатором низки позитивних змін, що суттєво вплинули на ринок.

Наступним кроком стало оголошення чиновниками про відмову від подання апеляції. SEC не мала іншого вибору, окрім як схвалити запуск спотових ETF, оскільки для оскарження судового рішення довелося б скасувати вже затверджені ф'ючерсні ETF, що вимагало б значних юридичних і регуляторних змін.

Цей етап став основою для формування міцного фундаменту, який

стимулював подальше бичаче ралі на криптовалютних ринках.

В результаті до процесу приєдналися відомі фінансові установи, такі як BlackRock, Fidelity, Invesco та інші, що подали заявки на запуск спотових біткоїн-ETF. Це сприяло подальшому посиленню інтересу інвесторів і дозволило першій криптовалюті демонструвати значне зростання зображений на рисунку 2.3, збільшивши свою вартість на 155% протягом 2023 року.



Рисунок 2.3 – Ріст Bitcoin у 2023 році

У цей період покупці цифрового золота робили ставку на те, що запуск фондів відкриє шлях для значного припливу капіталу від "традиційних" та інституційних інвесторів, які не бажали взаємодіяти з криптобіржами та не мали наміру самостійно зберігати монети.

Інша проблема, яку вирішували ETF, мала юридичний характер. Оскільки робота з криптовалютами в США залишається юридично неурегульованою, створення таких фондів забезпечувало «двері» для інвестицій у цифрові активи в рамках зрозумілої та чітко визначеної правової середовища.

На початку 2024 року стало фактично очевидно, що спотові біткоїн-ETF ось-ось почнуть свою роботу. SEC спостерігала за прагненням багатьох емітентів якомога швидше запуснути цей продукт, але вирішила не віддавати перевагу

жодному з них, свідомо затримуючи рішення, щоб одобрити всі фонди одночасно.

11 січня 2024 року це сталося – 11 спотових біткоїн-ETF розпочали свою діяльність. У перший день торгів обсяги торгів досягли рекордних \$4,6 млрд – це абсолютний рекорд за всю історію існування ETF. В той же день на фонди було залучено \$628 млн.

Незважаючи на виняткові обсяги та ажіотаж, біткоїн втратив у ціні. Ключова причина такої поведінки полягає в першому факторі росту біткоїна – очікуванні запуску спотових ETF.

Значна кількість інвесторів, які придбали BTC у 2023 році, ставила ставку саме на цей інвестиційний інструмент. Коли стало зрозуміло, що він став доступним, інвестори зафіксували прибуток.

Також негативний вплив мав спотовий біткоїн-ETF від Grayscale (GBTC). Після того, як біткоїн-траст був перетворений на ETF, інвестори почали виводити кошти з нього, в першу чергу через високі комісії за управління.

Ще однією причиною стало те, що після перетворення зник дисконт щодо вартості чистих активів трасту.

В сукупності ці фактори призвели до того, що на третій день функціонування ETF спостерігався чистий відток капіталу. Біткоїн продовжував падати.

Однак далі відбулося те, чого мало хто очікував. Замість того щоб інтерес до новостворених фондів почав згасати (як це було раніше), стався зворотний процес. З кожним днем спотові біткоїн-ETF залучали все більше капіталу, покриваючи навіть втрати GBTC.

Пік активності припав на 12 березня, коли протягом торгової сесії було залучено \$1,05 млрд.

Станом на теперішній момент фонди утримують чисті активи на суму \$58 млрд, залучивши з початку січня більше \$12 млрд. Цей грошовий потік забезпечив феноменальний попит на біткоїн, який неможливо задовольнити на OTC платформах (які призначені для купівлі BTC інституційними учасниками в великих обсягах поза ринком, щоб уникнути впливу на ціну) монети закінчилися ще в кінці лютого майнери видобувають 900 монет щодня, в той час як ETF купують в 10 разів

більш роздрібні інвестори виводять біткоїни з централізованих бірж. У 2024 році біткоїни зріс на 50% зображений на рисунку 2.4.

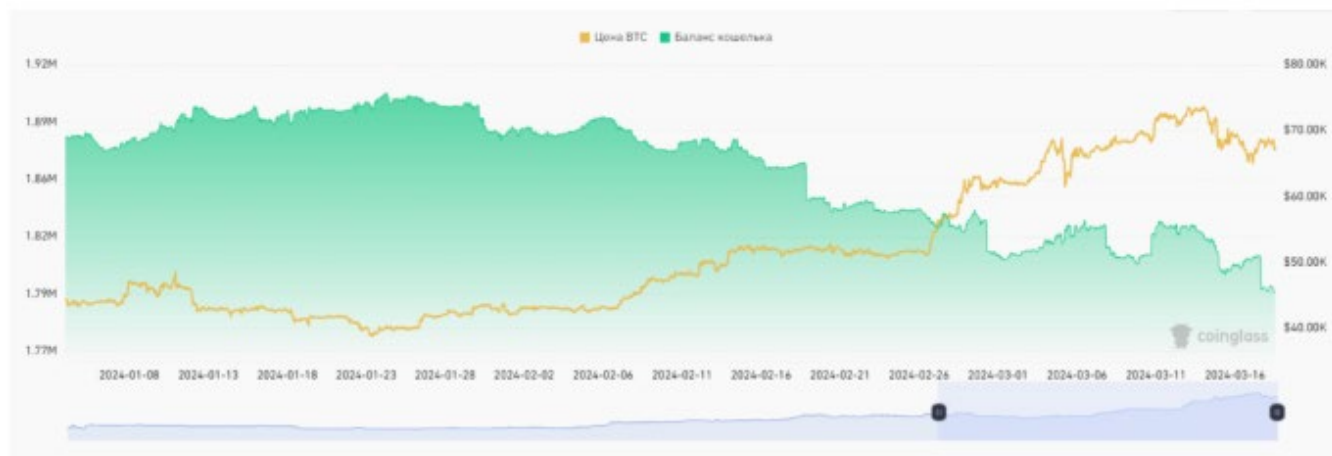


Рисунок 2.4 – Баланс біткоїнів на провідних централізованих криптобіржах

Халвінг Цей процес має величезний вплив на ринок Bitcoin, оскільки він зменшує кількість нових монет, що потрапляють у обіг, і таким чином створює дефіцит. Оскільки максимальна кількість Bitcoin обмежена 21 мільйоном монет, халвінг є механізмом, що допомагає зберегти дефляційний характер криптовалюти, стабільно зменшуючи темпи її інфляції.

Халвінг впливає на ціну Bitcoin кількома способами. Перш за все, зменшення винагороди для майнерів призводить до зниження обсягу нових монет на ринку, що обмежує їх пропозицію. Якщо попит на Bitcoin залишатиметься стабільним або зростатиме, це може призвести до зростання ціни. Історія показує, що після кожного халвінгу відбувався значний зріст ціни Bitcoin. Наприклад, після халвінгу в 2012 році ціна Bitcoin зросла з 12 до 1 000 доларів, а після халвінгу в 2016 році – з 400 до понад 20 000 доларів у 2017 році.

Однак халвінг також може викликати волатильність на ринку. Після халвінгу часто спостерігається період невпевності, оскільки майнери, що отримують менше BTC за той самий обсяг роботи, можуть зіткнутися з фінансовими труднощами, що впливає на майнінгові операції та загальну ліквідність на ринку.

У квітні відбудеться 4-й халвінг біткоїна, що призведе до зменшення винагороди за добутий блок з 6,25 до 3,125 BTC.

Ця подія частково вже відображена в ціні (деякі інвестори все ж купували

біткоїн у 2023 році в очікуванні халвінга), однак ключовий вплив на вартість BTC ще попереду.

Зменшення видобутку цифрового золота подвоїть і без того значний дефіцит цифрового активу. Якщо при цьому збережеться значний попит на спотові ETF, ми побачимо не просто ралі, а справжній зліт.

Згідно з законом Меткалфа справедлива вартість біткоїна наразі складає \$35 тис. Історичні дані показують, що цифрове золото може відхилятися від справедливої ціни в діапазоні від 0,3 до 4,8, отже, ми можемо очікувати зростання біткоїна до \$168 тис.

Проте це не остаточна цифра, оскільки коефіцієнти можуть змінюватися, і саме під впливом спотових ETF верхній межа може зрости.

Наприклад, коефіцієнти відхилення від справедливої вартості фондового ринку знаходяться в діапазоні від 0,3 до 7,7.

Щоб розрахувати волатильність Bitcoin за допомогою моделі GARCH по формулі вручну, потрібно спочатку оцінити основні параметри моделі і обчислити умовну волатильність. Давай розглянемо це покроково, використовуючи дані, які ви надали.

Ми будемо використовувати стандартну модель GARCH для оцінки волатильності. Формула для GARCH виглядає наступним чином:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2, \quad (2.4)$$

де σ_t^2 – прогнозована дисперсія (волатильність) на момент часу t ,

α_0 – постійна складова (безумовна волатильність),

ϵ_{t-1}^2 – квадрат шоку на попередньому періоді,

σ_{t-1}^2 – волатильність на попередньому періоді.

Спочатку обчислюємо логарифмічні доходи для кожного місяця, використовуючи формулу:

$$r_t = \ln \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right), \quad (2.5)$$

де P_t – ціна за місяць t ,

P_{t-1} – ціна за попередній місяць

Вхідні дані за період наведено в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Вхідні дані для аналіз волатильності Bitcoin за 2024 рік

Дата	Вартість, тис USD
01.01.2024	42,280
01.02.2024	42,199
01.03.2024	61,926
01.04.2024	69,896
01.05.2024	57,654
01.06.2024	67,701
01.07.2024	63,205
01.08.2024	64,650
01.09.2024	58,951
01.10.2024	62,178
01.11.2024	71,043
01.12.2024	96,860

Розрахунок логарифмічних доходів:

$$\text{Для січня: } r_1 = \ln\left(\frac{42199}{42280}\right) = \ln(0,9981) = -0,0019$$

$$\text{Для лютого: } r_2 = \ln\left(\frac{61926}{42199}\right) = \ln(1,467) = 0,3797$$

$$\text{Для березня: } r_3 = \ln\left(\frac{69896}{61926}\right) = \ln(1,13) = 0,1222$$

$$\text{Для квітня: } r_4 = \ln\left(\frac{57654}{69896}\right) = \ln(0,8251) = -0,1927$$

$$\text{Для травня: } r_5 = \ln\left(\frac{67701}{57654}\right) = \ln(1,17) = 0,1577$$

$$\text{Для червня: } r_6 = \ln\left(\frac{67701}{57654}\right) = \ln(1,17) = 0,1577$$

$$\text{Для липня: } r_7 = \ln\left(\frac{63205}{67701}\right) = \ln(0,933) = -0,0699$$

$$\text{Для серпня: } r_8 = \ln\left(\frac{64650}{63205}\right) = \ln(1,0229) = 0,0227$$

$$\text{Для вересня: } r_9 = \ln\left(\frac{58951}{64650}\right) = \ln(0,913) = -0,0912$$

$$\text{Для жовтня: } r_{10} = \ln\left(\frac{62178}{58951}\right) = \ln(1,0543) = 0,0526$$

$$\text{Для листопада: } r_{11} = \ln\left(\frac{71043}{62178}\right) = \ln(1,1427) = 0,1332$$

$$\text{Для грудня: } r_{12} = \ln\left(\frac{96860}{71043}\right) = \ln(1,363) = 0,3109$$

Обчислюємо середнє значення логарифмічних доходів за рік:

$$\begin{aligned} & -0,0019 + 0,3797 + 0,1222 - 0,1927 + \\ & + 0,1577 + 0,1577 - 0,0699 + 0,0227 - 0,0912 + \\ & + 0,0526 + 0,1332 + 0,3109 \\ \mu = & \frac{}{12} \end{aligned}$$

$$\mu = 0,1469$$

Тепер розрахуємо варіацію (стандартне відхилення) на основі доходів:

$$Var = \frac{(r_1 - \mu)^2 + (r_2 - \mu)^2 + \dots + (r_{12} - \mu)^2}{12}, \quad (2.6)$$

$$Var = \frac{(-0,0019 - 0,1469)^2 + (0,3797 - 0,1469)^2 + \dots + (0,3109 - 0,1469)^2}{12}$$

Після підставлення всіх значень і обчислень, ви отримаєте варіацію, а потім розрахуєте стандартне відхилення (волатильність):

$$\sigma = \sqrt{Var} = 0,191$$

Волатильність для Bitcoin за 2024 рік, розрахована за допомогою логарифмічних доходів і стандартного відхилення, складає 0,191, або 19,1%. Цей показник означає, що ціна Bitcoin може змінюватися на приблизно 19,1% в річному масштабі, що є нормальним рівнем волатильності для криптовалют.

2.3 Розробка програми прогнозування волатильності криптовалюти Bitcoin на основі моделі GARCH

Дослідження ґрунтується на аналізі історичних даних про ціну біткоїна, отриманих з відкритих джерел, зокрема платформ Binance. Для вивчення динаміки цін та оцінки волатильності застосовувались стандартні статистичні методи. Для побудови моделей використовувались бібліотеки Python, зокрема `arch` та `statsmodels`. Порівняння моделей здійснювалось на основі середніх значень та точності отриманих прогнозів.

Ринок криптовалют сьогодні є одним з найбільш волатильних фінансових сегментів. Ціни на криптовалюту можуть змінюватися суттєво навіть протягом кількох годин, що дає можливість одним учасникам отримувати значні прибутки, а іншим – зазнавати серйозних втрат. Наприклад, вартість біткоїна може зрости на 30% за короткий проміжок часу, а потім різко впасти за лічені хвилини. Така волатильність приваблює трейдерів, які шукають можливості для отримання прибутку на короткострокових коливаннях, але водночас створює значні ризики, особливо для новачків, які можуть не бути готовими до таких різких змін на ринку.

До прикладу – ціна біткоїна 4 листопада 2024 р становила 68940 тис. доларів за одиницю рисунок 2.5



Рисунок 2.5 – Ціна Біткоїну станом на 04.11.2024

А вже 12 листопада 2024 року його ціна становить 89585 тис. доларів. Тобто ціна зросла більше ніж на 20 тисячі доларів 8 днів на рисунку 2.6



Рисунок 2.6 – Ціна Біткоїну станом на 12.11.2024

Таких коливань на ринку спонукають дослідників застосовувати різні методи прогнозування волатильності з метою здобуття конкурентної переваги. У цій статті розглядаються моделі ARCH/GARCH як один із способів оцінки та прогнозування волатильності.

Для проведення дослідження були використані дані про ціну біткоїна з платформи Binance за період з 2021 по 2024 роки. Волатильність була обчислена вручну для цього періоду, відповідно до методології, описаної в попередньому розділі.

Ці моделі є широко застосовуваними у фінансовій сфері, зокрема для оцінки ризиків у портфельному інвестиційному менеджменті та роботі з фінансовими інструментами, такими як деривативи.

Для створення прогнозу в цій статті були використані бібліотеки arch та statsmodels для мови програмування Python. У результаті було розроблено утиліту, що використовує ці бібліотеки для побудови моделей ARCH/GARCH, з кодом, наведений у Додатку А лістинг програми [53].

Ця утиліта приймає вхідні дані, такі як дати та волатильність (масив data), і генерує прогноз волатильності за методом ARCH/GARCH на наступні 6 періодів відповідно до заданих параметрів. Для експерименту були вибрані параметри $p = 1$

та $q = 1$.

В результаті виконання утиліти було отримано прогнозоване значення волатильності біткоїна на перші 6 місяців 2025 року, що дозволяє оцінити майбутні ризики та коливання цін на криптовалюту в цей період наведений на рисунку 4.6

Порівняння волатильності Bitcoin за 2024 рік та прогнозованої волатильності на 2025 рік свідчить про зміни на ринку криптовалют. Волатильність у 2024 році, яка становить 19.1%, відображає високу непередбачуваність і чутливість ринку до різних зовнішніх факторів, таких як новини, регуляторні зміни та інституційні інвестиції. У той час, як прогнозована волатильність на 2025 рік, яка дорівнює 14.48%, вказує на очікуване зниження коливань на ринку. Це може бути результатом стабільнішого попиту, більш зрілого регулювання та технологічних досягнень, які допомагають знижувати ризики для інвесторів.



Прогнозовані волатильності (наступні 6 місяців 2025 року):

Місяць 1: 0.144765

Місяць 2: 0.144774

Місяць 3: 0.144784

Місяць 4: 0.144793

Місяць 5: 0.144802

Місяць 6: 0.144811

Рисунок 2.7 – Прогноз волатильності Біткоїна на перші 6 місяців 2025 року

Зниження волатильності в майбутньому вказує на можливу стабілізацію ринку Bitcoin, що може бути сприятливим для інвесторів і учасників ринку.

Висновки до другого розділу

У другому розділі було розглянуто різноманітні методи аналізу волатильності, які є важливими інструментами для оцінки ризиків і прогнозування змін на фінансових ринках. Розглянуті моделі, такі як GARCH, EWMA та ARIMA, дозволяють ефективно оцінювати та прогнозувати волатильність на основі історичних даних і математичних розрахунків. Кожен з цих методів має свої переваги та обмеження, але всі вони сприяють точному прогнозуванню волатильності і допомагають приймати обґрунтовані інвестиційні рішення.

Модель GARCH є найпопулярнішою для аналізу і прогнозування волатильності в умовах, коли волатильність змінюється з часом, що дозволяє враховувати шоки на ринку та зміни в його поведінці. Модель EWMA є більш простим і швидким інструментом, який добре підходить для короткострокових прогнозів, дозволяючи реагувати на поточні зміни на ринку. Модель ARIMA, в свою чергу, є потужним інструментом для прогнозування на основі часових рядів, і її можна використовувати для довгострокових прогнозів, враховуючи наявність трендів і сезонних коливань.

Також важливу роль у прогнозуванні цінових коливань грає технічний аналіз, який за допомогою графіків і індикаторів дозволяє виявляти тренди, рівні підтримки та опору, а також сигнали для торгівлі. Цей метод особливо ефективний на ринку криптовалют, де волатильність часто є високою, і використання технічних інструментів допомагає трейдерам точніше передбачати цінові рухи та зменшувати ризики.

Вивчення різних моделей для прогнозування волатильності та застосування технічного аналізу є необхідними для точного оцінювання ринкових ризиків і

розробки ефективних інвестиційних стратегій. Вибір конкретної моделі залежить від особливостей ринку, періоду прогнозування та необхідної точності прогнозу

В цілому, аналіз волатильності Bitcoin у 2024 році показує, що цей актив залишається надзвичайно чутливим до змін у макроекономічних умовах, регуляторних рішеннях, технологічних інноваціях та інших зовнішніх факторах. Протягом року волатильність Bitcoin демонструвала значні коливання, що підтверджує його природу як високоліквідного і волатильного фінансового інструмента. Зменшення волатильності, яке прогнозується на 2025 рік, може свідчити про стабілізацію ринку та більшу адаптацію криптовалюти в традиційних фінансових системах.

Важливими факторами, що впливають на коливання ціни Bitcoin, залишаються інвестиції великих корпорацій, зміни в регулюванні криптовалют, а також технологічні удосконалення мережі. Оцінка волатильності за допомогою моделей GARCH показує, що ринок Bitcoin залишається схильним до значних коливань, але з плином часу він може стати менш волатильним, що створить більше можливостей для інвесторів і трейдерів, які орієнтуються на довгострокову стабільність. Водночас, зниження волатильності не означатиме повної відсутності ризику, тому важливо постійно моніторити ринок і враховувати усі фактори, що можуть впливати на ціну Bitcoin.

Програма для оцінки та прогнозування волатильності Bitcoin, побудована за допомогою моделі GARCH, виявилася ефективним інструментом для аналізу змінності ринку криптовалют. Використовуючи історичні дані про ціни Bitcoin, програма дозволяє обчислювати логарифмічні доходи, що є основою для побудови моделі GARCH. Вона також надає можливість прогнозувати умовну волатильність на основі цих даних, враховуючи шоки на ринку і попередні значення волатильності.

Прогнозовані значення волатильності для майбутніх періодів, що отримуються за допомогою цієї моделі, демонструють тенденцію до стабільності на ринку, зокрема знижуючи волатильність на 2025 рік до 14.53% порівняно з фактичними значеннями 19.1% за 2024 рік. Цей прогноз є важливим інструментом

для трейдерів і інвесторів, оскільки дає змогу оцінити рівень ризику і приймати обґрунтовані рішення щодо інвестицій у криптовалюту.

Таким чином, використана програма для оцінки волатильності та прогнозування ціни Bitcoin на основі моделі GARCH дозволяє не тільки виявити поточну волатильність ринку, але й робити прогнози, що можуть допомогти знизити ризики при здійсненні операцій з Bitcoin та іншими криптовалютами.

3 Напрями удосконалення трейдингу в сучасних умовах

3.1 Огляд основних сучасних підходів до удосконалення трейдингу

Трейдинг як форма фінансової діяльності зазнав значних змін в умовах глобалізації, цифровізації та розвитку новітніх технологій. У сучасних умовах успішний трейдинг залежить не лише від інтуїції трейдера, але й від використання складних аналітичних інструментів, автоматизації та штучного інтелекту (ШІ). Ця стаття аналізує основні напрями удосконалення трейдингу в сучасному світі, враховуючи технологічні, економічні та соціальні аспекти.

ШІ займає ключову роль у розвитку трейдингу завдяки своїй здатності швидко аналізувати великі обсяги даних і виявляти закономірності, які неможливо розпізнати традиційними методами. Використання штучного інтелекту у трейдингу відбувається за рахунок наступних методів:

- аналітика – великих даних (Big Data) ШІ дозволяє обробляти величезні масиви інформації в реальному часі. Це включає аналіз ринкових трендів, історичних даних і навіть прогнозування майбутніх цін на основі складних моделей машинного навчання;

- сентимент-аналіз Обробка текстової інформації, наприклад, новин, соціальних мереж і фінансових звітів, дозволяє трейдерам оцінити ринкові настрої. ШІ здатен визначати, як новини впливають на ціни активів, і враховувати цей вплив у стратегіях;

- автоматизація прийняття рішень ШІ може виконувати автоматичні торговельні операції, що базуються на заданих алгоритмах, з мінімальним втручанням людини. Це знижує емоційний фактор і підвищує точність рішень.

Щодо методів алгоритмічного та високочастотного трейдингу, то до них відносяться, наступні методи:

- алгоритмічний трейдинг (Algo Trading), який передбачає використання алгоритмів для відкриття й закриття угод. Ці стратегії базуються на математичних

моделях, що враховують різні параметри ринку;

- High-Frequency Trading (HFT), який використовує суперкомп'ютери для виконання мільйонів транзакцій за частки секунди. Це дозволяє отримувати прибуток навіть із мінімальних змін цін. Основна перевага HFT швидкість, проте цей метод викликає етичні питання щодо стабільності ринку [37];

- ризик-менеджмент у HFT, що пов'язано з високою швидкістю операцій та веде до підвищення ризиків, тому необхідно використовувати системи моніторингу ризиків у реальному часі, щоб уникати збитків через ринкові аномалії.

Крім того часто застосування методи автоматизації, а саме:

- робо-консультанти, тобто системи, які використовують алгоритми для надання інвестиційних рекомендацій. Вони враховують профіль ризику клієнта та пропонують оптимальні стратегії;

- платформи для автоматизації, тобто сучасні торгові платформи, які інтегрують функції для автоматичного виконання угод. Це дозволяє зекономити час і зменшити людський фактор;

- інтеграція зі штучним інтелектом, коли сучасні автоматизовані системи дедалі частіше використовують ШІ для аналізу ринку, прогнозування цін і оптимізації стратегій.

При використанні Natural Language Processing (NLP) застосовуються наступні методи, а саме:

- аналіз текстових даних NLP, який дозволяє трейдерам аналізувати економічні новини, звіти й заяви центральних банків. Наприклад, зміна тональності виступів впливає на цінові коливання валют;

- голосові асистенти, тобто автоматизовані системи, що використовують NLP, дозволяють трейдерам отримувати аналітику або виконувати торговельні операції за допомогою голосових команд. Це особливо зручно в умовах високої завантаженості.

Немаловажна рол належить методам ризик-менеджменту, а саме:

- динамічний ризик-менеджмент, коли сучасні інструменти дозволяють в режимі реального часу коригувати рівень ризику в залежності від ринкової

ситуації. Наприклад, система може автоматично зменшувати позиції під час підвищення волатильності;

- хеджування ризиків, при застосування деривативів, таких як опціони та ф'ючерси, допомагає захищати портфель від негативних ринкових змін;

- технології блокчейну, яка сприяє прозорості та безпеці торговельних операцій. Використання смарт-контрактів автоматизує виконання угод і мінімізує ризик шахрайства.

Методи навчання та симуляції в трейдингу представлені методами:

- симулятори трейдингу, які дозволяють трейдерам навчатися без ризику втрати реальних коштів. Вони моделюють реальні ринкові умови, що дає змогу вдосконалювати навички.

- backtesting, тобто аналіз історичних даних дає змогу тестувати ефективність стратегій перед їх впровадженням у реальні умови. Це знижує ризик провалу нових методів.

- онлайн-курси та навчальні платформи, що пов'язано з тим що доступ до якісних освітніх ресурсів допомагає трейдерам постійно підвищувати кваліфікацію.

Щодо викликів та ризиків удосконалення трейдингу, то в сучасних умовах розвитку технологій, до них можна віднести наступні види ризиків:

- технічні ризики, пов'язані з тим що автоматизація та залежність від технологій створюють ризик технічних збоїв, які можуть призвести до значних втрат.

- етичні питання HFT та інші технології створюють нерівні умови для різних учасників ринку. Це може викликати питання щодо справедливості;

- захист від кібератак, виходить з того що сучасні системи трейдингу потребують високого рівня кібербезпеки, оскільки вони стають об'єктами хакерських атак.

Удосконалення трейдингу в сучасних умовах передбачає комплексний підхід, що включає впровадження ШІ, автоматизації, розвиток ризик-менеджменту та навчання трейдерів. Хоча технології надають значні переваги, вони також

супроводжуються новими викликами, такими як технічні ризики та етичні питання. Майбутнє трейдингу залежить від здатності адаптуватися до змін і використовувати інновації на благо всіх учасників фінансових ринків [38].

3.2 Використання штучного інтелекту у трейдингу

Штучний інтелект (ШІ) набирає популярності в фінансовому секторі, зокрема в хедж-фондах, завдяки своїй здатності обробляти великі обсяги даних і допомагати приймати складні рішення на основі цих даних. Багато відомих компаній і хедж-фондів використовують ШІ для автоматизації інвестиційних стратегій, управління ризиками та прогнозування фінансових результатів.

Одним з лідерів у використанні ШІ є Bridgewater Associates, найбільший хедж-фонд у світі. Ця компанія використовує передові технології для створення алгоритмів, що дозволяють автоматизувати процес прийняття рішень. Вони намагаються мінімізувати людський фактор у прийнятті рішень, використовуючи великі набори даних для аналізу ринку, що дозволяє отримувати більш точні прогнози. Окрім цього, вони застосовують методи ШІ для побудови моделей ризиків, які дозволяють оптимізувати портфелі активів.

Bridgewater Associates, заснований Рейєм Даліо у 1975 році, є одним із найбільших хедж-фондів у світі. У 2016 році компанія розпочала розробку проекту з автоматизованого прийняття рішень, найнявши команду інженерів для створення власного програмного забезпечення, яке мало б замінити щоденну операційну рутину та усунути вплив людського емоційного чинника на прийняття рішень.

У липні 2024 року Bridgewater запустила фонд обсягом майже \$2 млрд, який використовує машинне навчання як основний метод прийняття рішень. Цей фонд поєднує власні технології компанії з моделями, розробленими OpenAI, Anthropic та Perplexity. Грег Дженсен, співголова інвестиційного відділу Bridgewater, зазначив, що штучний інтелект може аналізувати великі обсяги даних та виявляти патерни,

які можуть бути неочевидними для людини.

У жовтні 2023 року Bridgewater оголосила про запуск нового фонду, який використовує передові технології штучного інтелекту для прогнозування глобальних економічних подій та розподілу інвестицій. Цей фонд поєднує різні моделі ШІ та машинного навчання для формування інвестиційних стратегій. Девід Ферруччі, колишній керівник команди, яка розробила Watson для IBM, приєднався до Bridgewater у 2015 році для розвитку цих технологій.

У 2023 році Bridgewater також збільшила свої інвестиції в компанії, пов'язані з технологіями штучного інтелекту, зокрема подвоївши свою частку в Nvidia, що є лідером у виробництві апаратного забезпечення для ШІ.

Таким чином, Bridgewater Associates активно впроваджує технології штучного інтелекту та машинного навчання для оптимізації своїх інвестиційних стратегій, підвищення ефективності прийняття рішень та адаптації до швидко змінюваного фінансового середовища.

Numerai є ще однією відомою компанією, яка використовує ШІ, однак їх підхід дещо інший. Цей хедж-фонд поєднує краудсорсинг і ШІ, створюючи платформу, де аналітики з усього світу надають свої прогнози про фінансові ринки, використовуючи різні моделі машинного навчання. Прогнози генеруються на основі даних, і учасники отримують нагороду за точність своїх прогнозів, отриману у вигляді криптовалюти Numeraire. Вони використовують потужні алгоритми машинного навчання для аналізу та обробки прогнозів, що дозволяє зменшити вплив людської помилки.

Numerai це хедж-фонд, заснований у 2015 році Річардом Крейбом у Сан-Франциско, який використовує штучний інтелект та краудсорсинг для прийняття інвестиційних рішень. Компанія залучає тисячі анонімних дата-сайентістів для розробки моделей машинного навчання, що прогнозують фондовий ринок. Ці моделі об'єднуються в єдину метамодель, яка використовується для торгівлі.

Учасники змагаються у щомісячному турнірі, де отримують доступ до очищених та стандартизованих фінансових даних. Вони створюють прогностичні моделі, які оцінюються за кореляцією з фактичними ринковими результатами.

Успішні моделі можуть отримувати винагороди у вигляді криптовалюти Numeraire (NMR).

Інвестори, такі як Пол Тюдор Джонс, Навал Равікант та Говард Морган з Renaissance Technologies, підтримують Numerai. У 2022 році фонд отримав \$100 мільйонів інвестицій та забезпечив 20% прибутку інвесторам, незважаючи на загальний спад ринку криптовалют.

Morgan Creek Digital, великий інвестор у цифрові активи, також активно впроваджує технології ШІ в свої стратегії. Цей фонд планує інвестувати значні суми в компанії, які займаються передовими технологіями, включаючи ШІ і блокчейн. Вони використовують ШІ для аналізу та прогнозування ринкових змін, зокрема для прогнозування вартості криптовалют, а також для управління ризиками та оптимізації портфелів.

Штучний інтелект дозволяє цим компаніям обробляти величезні обсяги фінансових даних, що значно перевищує можливості людини. Машинне навчання і глибинне навчання дозволяють прогнозувати майбутні зміни на ринках, на основі історичних даних і поточних трендів. ШІ також здатний аналізувати нетрадиційні дані, такі як соціальні медіа або новини, для передбачення ринкових настроїв, що допомагає зменшити ризики та зробити інвестиційні стратегії більш точними.

Використання ШІ також дозволяє хедж-фондам значно знизити час на прийняття рішень. Завдяки швидкому аналізу даних та автоматизації процесів, інвестиційні стратегії можуть бути змінені за лічені хвилини, що дозволяє компаніям залишатися конкурентоспроможними навіть в умовах високої волатильності фінансових ринків.

Таким чином, використання ШІ у хедж-фондах і фінансових компаніях значно покращує ефективність та точність інвестиційних стратегій, оптимізує управління ризиками, дозволяє реагувати на зміни ринку значно швидше та зменшує людську помилку. Це забезпечує додаткові переваги в умовах глобалізації фінансових ринків і технічних інновацій.

Штучний інтелект (ШІ) відіграє дедалі важливішу роль у сфері криптовалют, впливаючи на різні аспекти, від торгівлі до безпеки та управління ризиками.

Інтеграція ШІ в криптовалютні біржі та проєкти відкриває нові можливості для оптимізації процесів та підвищення ефективності.

Торгівля та алгоритмічний трейдинг ШІ активно використовується для розробки торгових ботів, які здатні аналізувати великі обсяги ринкових даних, виявляти патерни та приймати рішення про купівлю або продаж активів у реальному часі. Це дозволяє трейдерам автоматизувати процеси та зменшити вплив людського фактору. Наприклад, алгоритмічний трейдинг використовує складні системи для прийняття швидких торгових рішень, щодня виконуючи мільйони транзакцій.

Прогнозування ринкових тенденцій Алгоритми машинного навчання здатні прогнозувати майбутні рухи ринку, аналізуючи історичні дані та поточні тренди. Це допомагає інвесторам приймати обґрунтовані рішення та зменшувати ризики. Штучний інтелект у криптовалюті відіграє вирішальну роль в аналізі ринку, пропонуючи безпрецедентну точність у прогнозуванні ринкових тенденцій.

Безпека та управління ризиками ШІ використовується для виявлення аномальних транзакцій та потенційних загроз безпеці, що дозволяє своєчасно реагувати на можливі атаки або шахрайські дії. Це підвищує рівень захисту користувачів та їхніх активів. Штучний інтелект може покращити безпеку, масштабованість, користувацький досвід тощо.

Розвиток криптовалютних проєктів зі ШІ Деякі криптовалютні проєкти інтегрують ШІ для покращення своїх функцій. Наприклад, NEAR Protocol використовує технології ШІ для автоматизації смарт-контрактів, а Bittensor створює децентралізовану мережу для розподіленого машинного навчання.

Таким чином, ШІ стає невід'ємною частиною криптовалютної індустрії, сприяючи її розвитку та підвищенню ефективності.

3.3 Огляд алгоритмічних стратегій

Алгоритмічний трейдинг за останні кілька десятиліть став невід'ємною

частиною фінансових ринків. Завдяки стрімкому розвитку технологій, трейдери мають можливість автоматизувати свою діяльність, використовуючи алгоритми, які здатні виконувати операції з великою швидкістю, точністю та ефективністю. Основною перевагою алгоритмічного трейдингу є здатність обробляти величезні обсяги даних та приймати рішення в реальному часі, що значно зменшує людський фактор і знижує ймовірність помилок.

Алгоритмічні стратегії включають в себе різні підходи та методи, які використовуються для автоматизації процесу купівлі-продажу активів, зокрема акцій, валютних пар, товарів і криптовалют. Ці стратегії дозволяють трейдерам отримувати прибуток на основі математичних моделей і статистичних методів, що включають аналіз великих даних і використання прогностичних моделей.

Однією з найбільш популярних стратегій є арбітраж, який базується на пошуку різниці в цінах на один і той самий актив на різних ринках. Цей підхід дозволяє отримувати прибуток без ризику, якщо різниця в цінах достатньо велика, і ринки взаємопов'язані. Іншим важливим напрямком є високочастотний трейдинг (ВЧТ), який передбачає здійснення великої кількості угод за короткий проміжок часу. ВЧТ використовує надшвидкі комп'ютерні системи для реалізації тисяч угод за секунди, що дозволяє отримувати прибуток навіть з мінімальних коливань ціни.

Крім того, однією з ключових стратегій є алгоритми для прогнозування цін, що використовують статистичні моделі, такі як ARIMA, або більш складні моделі машинного навчання для передбачення майбутніх змін ціни на основі історичних даних та поточних трендів. Ці алгоритми можуть бути використані для розробки точних торгових стратегій, які базуються на даних ринку, таких як ціни, обсяги торгів і інші фінансові показники.

Сьогоднішній розвиток технологій штучного інтелекту і машинного навчання відкриває нові можливості для створення складних торгових стратегій, які здатні адаптуватися до постійно змінюваних умов ринку. Ці інновації не тільки підвищують ефективність трейдингу, але й дозволяють трейдерам реалізовувати стратегії, які раніше були недосяжні або надто складні для виконання вручну.

В наступних розділах буде розглянуто три основні алгоритмічні стратегії, які

активно використовуються на фінансових ринках: арбітаж, високочастотний трейдинг і алгоритми для прогнозування цін. Кожна з цих стратегій має свої особливості, переваги та недоліки, а також важливу роль в сучасному алгоритмічному трейдингу.

Арбітаж. Арбітаж є однією з найстаріших і найпоширеніших торгових стратегій, яка базується на використанні цінових розбіжностей на різних ринках або в різних формах одного і того ж активу. У контексті фінансових ринків арбітаж полягає в тому, що трейдер купує актив на ринку, де його ціна нижча, і одночасно продає цей актив на іншому ринку, де ціна вища. Різниця в цих цінах є прибутком, який можна отримати без значного ризику, якщо операції виконуються миттєво і ефективно.

Принцип арбітражу Основний принцип арбітражу полягає в тому, що ціни на один і той самий актив можуть відрізнятися на різних ринках або торгових платформах через технічні затримки, недосконалість ринкових механізмів або відсутність миттєвого реагування на зміни. Арбітражні стратегії використовують ці відмінності для отримання прибутку. У класичному вигляді арбітаж можливий, коли ціна активу на одному ринку, наприклад, на біржі А, є нижчою за ціну на іншому ринку, наприклад, на біржі В. Трейдер одночасно купує актив на ринку А і продає на ринку В, отримуючи прибуток за рахунок різниці в цінах.

Типи арбітражу

Існує кілька основних типів арбітражу, які застосовуються на фінансових ринках:

- простий арбітаж: Це найпростіша форма арбітражу, при якій активи купуються і продаються на двох різних ринках, якщо ціни на них різняться. Наприклад, трейдер може купити валюту на одному ринку, де її ціна нижча, і продати її на іншому ринку, де ціна вища. Проста форма арбітражу потребує високої швидкості виконання угод для використання цінових відмінностей, оскільки ціни можуть вирівнюватися дуже швидко.

- трикутний арбітаж: Цей вид арбітражу застосовується на валютних ринках і включає три різні валюти, де трейдер використовує різницю в курсах між ними.

Наприклад, трейдер може обміняти одну валюту на іншу, потім на третю валюту і, в кінці кінців, повернутися до початкової валюти, отримавши прибуток за рахунок різниці в курсах.

– арбітраж з ф'ючерсами та іншими деривативами: Тут арбітражна стратегія полягає в використанні розбіжностей між цінами базових активів і їх деривативів (наприклад, ф'ючерсних контрактів). Трейдери можуть купувати або продавати ф'ючерсні контракти на певний актив на одному ринку, а на іншому ринку здійснювати операції з самим активом, щоб скористатися ціновими відмінностями.

– арбітраж на криптовалютних ринках: Оскільки криптовалютні ринки все ще залишаються новими і часто менш ліквідними, існує чимало можливостей для арбітражу на різних криптовалютних біржах. Ціни на одну й ту ж криптовалюту можуть суттєво відрізнитися в залежності від конкретної біржі, її ліквідності та кількості користувачів. Трейдери використовують ці цінові розбіжності для отримання прибутку. Цей тип арбітражу є популярним на криптовалютних ринках завдяки високій волатильності та великій кількості торгових платформ.

Алгоритмічний арбітраж

У сучасному фінансовому світі арбітраж все частіше здійснюється за допомогою алгоритмів і високопродуктивних комп'ютерних систем. Алгоритмічний арбітраж дозволяє трейдерам автоматизувати процес виявлення цінових відмінностей і виконання угод, мінімізуючи людську участь і ризики, пов'язані з емоційними рішеннями.

Алгоритми арбітражу працюють на основі великих даних, використовуючи різноманітні математичні та статистичні моделі для швидкого виявлення і використання можливостей на ринку. Завдяки цьому такі стратегії здатні виконувати угоди за мікросекунди, що дає можливість отримати прибуток навіть від незначних цінових різниць.

Сучасні стратегії алгоритмічного арбітражу використовують такі підходи, як:

– використання глибинного навчання для виявлення складних патернів і трендів на ринку, які можуть бути невидимими для традиційних моделей.

– машинне навчання, яке дозволяє адаптувати стратегії до змін на ринку в

реальному часі.

— використання високошвидкісних торгових платформ, що дають змогу реалізовувати угоди з максимальною швидкістю.

Переваги та ризики арбітражу

Однією з головних переваг арбітражу є те, що ця стратегія має низький рівень ризику в порівнянні з іншими методами торгівлі, оскільки вона не залежить від загального напрямку ринку. При правильному виконанні арбітраж може приносити стабільний прибуток, використовуючи лише цінові відмінності.

Однак арбітраж також має свої ризики. Найбільшим ризиком є ринки, що швидко вирівнюються, що означає, що цінові відмінності можуть зникнути до того, як трейдер встигне виконати угоду. Крім того, арбітраж вимагає великих технічних ресурсів, оскільки необхідно постійно моніторити ринки, автоматизувати угоди та мати доступ до найшвидших торгових платформ.

Високочастотний трейдинг (ВЧТ) є торговою стратегією, що передбачає здійснення величезної кількості угод за надзвичайно короткі проміжки часу. Основною метою ВЧТ є отримання прибутку за рахунок малих, але частих цінових коливань на ринку, які можуть бути невидимими для звичайних трейдерів. ВЧТ активно використовує потужні комп'ютерні системи та алгоритми для швидкої обробки та аналізу великих обсягів ринкових даних.

Ця стратегія працює на принципі високої швидкості обробки інформації, що дає змогу трейдерам виконувати операції за мікросекунди. За таких умов трейдери можуть реагувати на незначні цінові рухи, які виникають у результаті зміни ринкових умов або технічних факторів, таких як зміни у ліквідності або новини. Висока швидкість виконання угод і низький рівень комісійних витрат роблять ВЧТ надзвичайно ефективним інструментом для досягнення прибутку, навіть при малій ціні кожної угоди.

Високочастотний трейдинг застосовує складні алгоритми та моделі машинного навчання для виявлення оптимальних моментів для торгівлі, з максимальним використанням ринкових даних і змін у реальному часі. Крім того, ці алгоритми здатні адаптуватися до швидко змінюваних умов на ринку, що

дозволяє трейдерам автоматично коригувати свої стратегії в залежності від нових даних.

Популярність ВЧТ значно зросла з розвитком технологій, що дозволяють обробляти величезні обсяги даних з великою швидкістю. Проте ВЧТ має і певні ризики. Основним з них є технічні збої або недостатня швидкість реакції системи, що може призвести до значних втрат, особливо в умовах високої волатильності на ринку. Крім того, конкуренція серед трейдерів за найкращі алгоритми та доступ до швидких торгових платформ робить цей вид торгівлі дуже складним і ресурсозатратним.

Таким чином, високочастотний трейдинг є потужним інструментом для отримання прибутку на фінансових ринках завдяки використанню передових технологій, які дозволяють здійснювати тисячі угод за короткий період часу. Однак для успішної реалізації цієї стратегії трейдерам необхідні значні технічні ресурси, швидкість обробки даних і точність алгоритмів.

Алгоритми для прогнозування ціни. Алгоритми для прогнозування ціни використовують математичні моделі, статистичні методи та технології машинного навчання для передбачення майбутніх змін у ціні активів на фінансових ринках. Вони допомагають трейдерам і інвесторам приймати обґрунтовані рішення, зменшуючи рівень невизначеності та ризиків, пов'язаних з торгівлею. Ці алгоритми здатні обробляти великі обсяги історичних і поточних даних для створення прогнозів, що дозволяє максимізувати прибутки і зменшити можливі збитки.

Основною метою алгоритмів для прогнозування ціни є визначення майбутніх рухів цін на основі різноманітних факторів, таких як минулі ціни, обсяги торгів, економічні показники, новини та інші релевантні дані. Алгоритми можуть базуватися на різних підходах, таких як технічний аналіз, фундаментальний аналіз, а також методи машинного навчання.

Одним із найбільш поширених підходів є статистичне прогнозування, зокрема використання моделей часових рядів, таких як ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average). Ці моделі аналізують минулі дані про ціни активів і використовують їх для побудови прогнозів на основі виявлених трендів та

патернів. Однак такі моделі можуть бути обмежені у своїй здатності реагувати на різкі зміни або нові тренди.

З розвитком технологій машинного навчання та глибинного навчання, сучасні алгоритми для прогнозування ціни здатні враховувати значно більшу кількість факторів, зокрема соціальні медіа, новини, настрої ринку та інші нетрадиційні джерела даних. Моделі нейронних мереж є потужним інструментом для прогнозування цін, оскільки вони здатні виявляти складні залежності та патерни в даних, які можуть бути неочевидними для традиційних статистичних моделей.

Ще одним важливим підходом є сенситивний аналіз – метод, що використовує дані про настрої ринку, зібрані з різних джерел, таких як соціальні мережі, новинні сайти, фінансові блоги тощо. Алгоритми для прогнозування ціни, побудовані на основі цього аналізу, можуть допомогти виявити потенційні ринкові рухи ще до того, як вони відбудуться, за допомогою автоматичного аналізу тексту і виокремлення ключових слів і фраз, що вказують на зміни в настрої ринку.

Прогнозування ціни є складною задачею, оскільки ринок може піддаватися непередбачуваним коливанням, що викликані новими економічними або політичними подіями. Тим не менш, за допомогою алгоритмів можна зменшити рівень невизначеності, що дозволяє трейдерам робити обґрунтованіші рішення і мінімізувати можливі збитки. Важливо зазначити, що ці прогнози мають обмежену точність, і завжди існує певний ризик, навіть якщо алгоритм виявляється дуже ефективним в аналізі даних.

Завдяки розвитку штучного інтелекту та машинного навчання, алгоритми для прогнозування цін можуть постійно вдосконалюватися, адаптуючись до нових ринкових умов. Це дозволяє трейдерам і інвесторам використовувати ці інструменти для більш точного передбачення змін на ринку та оптимізації своїх стратегій.

Висновки до третього розділу

У розділі було розглянуто ключові аспекти алгоритмічного трейдингу та його застосування на сучасних фінансових ринках, зокрема у контексті криптовалют. Алгоритмічні стратегії, що включають арбітраж, високочастотний трейдинг (HFT) та методи прогнозування цін, дозволяють автоматизувати процеси торгівлі, що дає можливість трейдерам і інвесторам досягати високої ефективності та точності при прийнятті торгових рішень.

Алгоритмічний трейдинг використовує складні математичні моделі та потужні обчислювальні системи для обробки великих обсягів даних у реальному часі. Це дозволяє виявляти можливості для здійснення вигідних угод у найкоротший час, що надзвичайно важливо для ринків з високою волатильністю, таких як криптовалютний ринок. Всі ці стратегії дозволяють трейдерам автоматизувати стратегії купівлі-продажу, що знижує вплив людського фактору, підвищує швидкість реакцій і зменшує можливість помилок у торгівлі.

Алгоритмічний арбітраж, наприклад, дозволяє трейдерам знаходити різниці в цінах на одні й ті ж криптовалюти на різних біржах і швидко здійснювати угоди, отримуючи прибуток від цих різниць. Високочастотний трейдинг (HFT) використовує мільйони угод на день і дозволяє трейдерам отримувати прибуток навіть з мінімальних змін цін. Оскільки криптовалютний ринок характеризується великою волатильністю і швидкими коливаннями цін, такі стратегії є дуже вигідними для висококваліфікованих трейдерів.

Одним з найважливіших елементів алгоритмічного трейдингу є застосування машинного навчання та штучного інтелекту. ШІ дозволяє адаптувати стратегії до змін ринкових умов у реальному часі, забезпечуючи значно більшу точність і швидкість прийняття рішень. Наприклад, за допомогою алгоритмів глибинного навчання можна аналізувати величезні масиви даних, що дозволяє прогнозувати тенденції ринку з високою точністю. Крім того, ШІ дозволяє автоматизувати процеси прогнозування цін, що значно знижує ризики, пов'язані з людським

фактором та емоційними рішеннями трейдерів.

Використання ІІІ для прогнозування волатильності є особливо важливим для криптовалют, оскільки ці активи схильні до різких коливань цін. Алгоритмічні моделі, такі як GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity), дозволяють прогнозувати майбутні зміни волатильності, аналізуючи історичні дані. Це дає змогу трейдерам оцінювати рівень ризику і адаптувати свої стратегії в реальному часі, що дозволяє знизити потенційні збитки і максимізувати прибутки.

Також важливим аспектом є застосування алгоритмів для передбачення цін. Алгоритми машинного навчання здатні аналізувати не лише фінансові показники, але й соціальні фактори, такі як новини, настрої ринку і навіть соціальні медіа. Це дозволяє трейдерам отримувати точні прогнози, враховуючи не лише технічні показники, а й емоційний стан учасників ринку. Врахування таких даних дозволяє досягти більш точних прогнозів і зменшити ризики.

Але попри численні переваги, алгоритмічний трейдинг і використання ІІІ мають і свої ризики. Оскільки ринки можуть змінюватися дуже швидко, будь-яка технічна помилка чи затримка в обробці даних може призвести до значних збитків. Наприклад, у високочастотному трейдингу навіть на кілька мілісекундна затримка може змінити результат угоди. Тому високий рівень технологічної підготовки та постійне вдосконалення інфраструктури є необхідними для ефективної реалізації цих стратегій.

Ще однією важливою проблемою є те, що алгоритмічний трейдинг може сприяти посиленню ринкової нестабільності. Через швидкі реакції алгоритмів на незначні зміни в цінах можливе виникнення так званих "flash crashes", коли ринок може різко впасти через автоматичне виконання великої кількості угод. Це може створити тимчасову нестабільність і викликати паніку серед інвесторів.

Загалом, алгоритмічний трейдинг та застосування ІІІ на криптовалютних ринках демонструють великий потенціал для підвищення точності і ефективності торгівлі, зокрема на високоволатильних ринках. Однак ці стратегії потребують високих технологічних ресурсів, постійної підтримки і вдосконалення, щоб знизити ризики і підвищити їхню ефективність. Важливо враховувати як переваги,

так і потенційні ризики, пов'язані з автоматизацією торгівлі, а також постійно працювати над вдосконаленням алгоритмів для забезпечення стабільності і надійності цих систем.

Алгоритмічний трейдинг є важливим етапом у розвитку фінансових ринків, і його вплив на криптовалютні біржі продовжує зростати. Технології, такі як штучний інтелект і машинне навчання, будуть відігравати все більш важливу роль в майбутньому розвитку фінансових стратегій і торгових систем [54].

Висновки

У процесі виконання дипломної роботи було поглиблено теоретичні знання в галузі аналізу волатильності криптовалют на сучасних біржах та методах прогнозування цін на основі історичних даних. Розгляд та аналіз криптовалют як високоволатильних активів дозволили з'ясувати основні фактори, що впливають на їхню ціну. Крім того, розробка ефективних методів прогнозування цін стала важливою частиною дослідження, що дозволяє знижувати ризики при торгівлі на криптовалютних ринках, що мають високі коливання.

Практичні навички вдосконалювались завдяки застосуванню математичних моделей, таких як GARCH, для оцінки волатильності, що дало змогу більш точно прогнозувати майбутні зміни на ринку. Це, у свою чергу, дозволяє трейдерам та інвесторам приймати обґрунтовані рішення на основі точних прогнозів, мінімізуючи можливі збитки від різких коливань ринкових цін.

Дипломна робота була виконана на кафедрі фінансів, обліку і аудиту, що дозволило глибше ознайомитись з методами автоматизованого трейдингу, застосуванням алгоритмічних підходів і математичних моделей для прогнозування фінансових ринків, а також оцінкою їхньої ефективності в реальних умовах. Це сприяло формуванню вміння застосовувати наукові підходи для практичних розрахунків і розробки рішень у криптовалютній торгівлі.

Основною метою роботи було не лише дослідження факторів, що впливають на волатильність криптовалют, а й розробка ефективних методів прогнозування цін на основі історичних даних та застосування алгоритмічних стратегій для торгівлі. Прогнозування волатильності на основі математичних моделей дозволило оцінити ключові ризики, пов'язані з торгівлею криптовалютами, а також створити стратегії для зниження цих ризиків. У рамках роботи було обґрунтовано вибір моделей для прогнозування волатильності, таких як GARCH, що дозволяє з більшою точністю визначати майбутні ринкові коливання і готувати торгові стратегії з мінімальними ризиками.

Прогнозування волатильності на основі розроблених моделей дає змогу здійснювати ефективні торгові рішення, а також застосовувати стратегії, які мінімізують ризики і максимізують прибуток. Розроблені в роботі алгоритмічні стратегії, орієнтовані на криптовалютний ринок, дозволяють трейдерам використовувати автоматизовані системи для оперативного реагування на зміни цін, що є важливим в умовах швидко змінюваного ринку.

Результати роботи підтвердили високий потенціал застосування сучасних математичних моделей для аналізу волатильності криптовалют. Однак важливо зазначити, що криптовалюти є високоризиковими активами, що вимагає постійного оновлення прогнозних моделей та адаптації алгоритмів трейдингу до змін ринкових умов. Водночас, застосування штучного інтелекту та машинного навчання на ринку криптовалют може значно покращити точність прогнозів і знизити людський фактор при прийнятті торгових рішень.

Таким чином, виконана робота сприяє розвитку навичок прогнозування на фінансових ринках, підвищенню ефективності використання алгоритмічних стратегій та покращенню точності прогнозів волатильності криптовалют. У результаті було розроблено практичні рекомендації для трейдерів і інвесторів щодо використання алгоритмічних стратегій на криптовалютних ринках. У майбутньому ці стратегії можуть стати важливою частиною автоматизації торгівлі та фінансових процесів, зокрема для зменшення ризиків і підвищення ефективності інвестиційних рішень.

Прогнозування волатильності криптовалют на основі математичних моделей і алгоритмічного трейдингу є важливим кроком до створення ефективних торгових стратегій, що дозволяють знизити ризики і оптимізувати інвестиційні рішення. Враховуючи високу волатильність ринку, алгоритмічні стратегії допомагають зберегти стабільність у торгівлі та покращити фінансові результати.

Для виконання цієї роботи було вирішено наступні завдання:

- визначено основні фактори, що впливають на волатильність криптовалют;
- вивчено методи прогнозування волатильності за допомогою

математичних моделей, зокрема GARCH;

- розроблено програму прогнозування волатильності Bitcoin;
- розроблено стратегії алгоритмічного трейдингу для криптовалютних ринків;
- досліджено використання штучного інтелекту для оптимізації прогнозування цін;
- проведено аналіз результатів і порівняти прогнозовані значення волатильності з реальними даними;
- сформульовано рекомендації для трейдерів і інвесторів щодо використання алгоритмічних стратегій у криптовалютній торгівлі;
- підготовлено звіт та оформити пояснювальну записку згідно з вимогами дипломної роботи .

Таким чином, виконана робота сприяє розвитку навичок прогнозування на фінансових ринках, підвищенню ефективності використання алгоритмічних стратегій та покращенню точності прогнозів волатильності криптовалют. Це є важливим етапом на шляху до автоматизації та оптимізації процесів торгівлі на сучасних фінансових ринках.

Список використаних джерел

- 1 A short history of Bitcoin and crypto currency everyone should read. *Forbes* URL: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2017/12/06/a-short-history-of-bitcoin-and-crypto-currency-everyone-should-read/#6265a4953f27>
- 2 Bitcoin консультант. URL: <https://bitcoinist.com/bitcoin-downgoogle-searches-bigger-beyonce/>
- 3 Haber S. Secure names for bit-strings. *In Proceedings of the 4th ACM Conference on Computer and Communications Security*. 1997. P. 28-35.
- 4 How Winklevoss twins used \$11m Facebook payout to become world's first Bitcoin billionaires. *The Daily Telegraph*. URL: <https://www.telegraph.co.uk/technology/2017/12/02/winkle-voss-twins-become-first-bitcoin-billionaires/>
- 5 Liu Y. Risks and returns of cryptocurrency. *National bureau of economic research*. 2018. P. 111.
- 6 Oxford English Dictionary. Oxford University Press, 2005. 1728 p.
- 7 Schnabel I. Money and trust: lessons from the 1620s for money in the digital age. *BIS Working Papers*. 2018. №698. URL: <https://www.bis.org/publ/work698.pdf>
- 8 The 2022 Global Crypto Adoption Index. URL: <https://blog.chainalysis.com/reports/2022-global-crypto-adoption-index> (дата звернення: 22.10.2024).
- 9 The 2023 Global Crypto Adoption Index. <https://www.chainalysis.com/blog/2023-global-crypto-adoption-index/> (дата звернення: 22.10.2024).
- 10 The Richest people in cryptocurrenc. *Forbes*. URL: <https://www.forbes.com/richest-in-cryptocurrency/#490fe-19c1d49>
- 11 Yermak S., Satanievska M. Cryptocurrency market: problems and development prospects in Ukraine. *II International Scient. congress society of ambient intelligence*. 2020. Kryvyi Rih, Ukraine, Paris, France. April 8-10, 2020. DOI: <https://doi.org/10.2991/aembr.k.2008.18.031>.

12 Без добра нема життя. Економіст дав прогноз щодо розвитку криптовалюти *Електронний журнал "Obozrevatel.ua"*. URL: <https://www.obozrevatel.com/ukr/economics/bez-dolara-nemae-zhittya-ekonomist-dav-prognoz-schodorozvitku-kriptovalyuta.htm>

13 Белінська Я. В. Феномен криптовалюти: сутність, механізм виникнення, проблеми використання. *Економічний вісник. Серія: фінанси, облік, оподаткування*. 2018. Вип. 2. С. 11-20.

14 Білик І. І., Погиба А. А. Роль криптовалют в економіці: переваги та недоліки. *Актуальні проблеми розвитку економіки регіону*. 2023. Т.2. № 19. С. 113–119.

15 Sepp Hochreiter, LONG SHORT-TERM MEMORY Neural Computation 9(8), Technische Universität München, Germany 1997, 35с.

16 Брагіна О.С., Павлусь М.Г. Роль і значення криптовалют. *ECONOMICS: time realities*. № 3 (35), 2021. С. 16–21.

17 Бутко М.Д. Криптовалюта як альтернатива фіатним коштам. *Міжнародний науковий журнал «Грааль науки»*. 2023. № 33. С. 121-127.

18 Верес Г., Ярега А. Електронні гроші та криптовалюта як засоби розрахунків у сфері електронної комерції. *Цивільне право і процес*. 2018. № 11. С. 10–15.

19 Гончаренко С. Ю. Адміністративно-правове регулювання у сфері віртуальних активів. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 081 «Право» Приватний заклад вищої освіти «Київський міжнародний університет»; Науково-дослідний інститут публічного права, Київ, 2021. URL: <https://sipl.com.ua/> 26-503-050. (дата звернення: 07.11.2024).

20 Nicola Uras, Lodovica Marchesi, Michele Marchesi, Roberto Tonelli, Forecasting Bitcoin closing price series using linear regression and neural networks models, Department of Mathematics and Computer Science, University of Cagliari, Cagliari, Italy 2020, 25с.

- 21 Гороховський про перспективи біткоїн-картки: «Зіштовхнулися з регулятором і зупинилися». URL: <https://minfin.com.ua/ua/2021/12/31/78236028> (дата звернення: 22.10.2024).
- 22 Дученко М. М., Павленко Т. В. Особливості формування ринку криптовалют в Україні. *Ефективна економіка*. 2018. № 12. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6786> (дата звернення: 22.10.2024).
- 23 Єдиний державний реєстр декларацій . URL: <https://public.nazk.gov.ua/>
- 24 Желюк Т.Л., Бречко О.В. Використання криптовалюти на ринку платежів: нові можливості для національних економік. *Вісник THEU*. 2016. №3. С.50-60.
- 25 Закон України від 17 лютого 2022 року № 2074ІХ «Про віртуальні активи» (зі змін.). URL: <https://zakon2.rada.gov.ua> (дата звернення: 07.10.2024).
- 26 Ільченко Г. Юридичні аспекти використання NFT токенів. *Зовнішня торгівля: економіка, фінанси, право*, 2023, №127 (2), 88-97. [https://doi.org/10.31617/3.2023\(127\)06](https://doi.org/10.31617/3.2023(127)06)
- 27 Казначєєва Д. В., Дорош А. О. Криптовалюта: проблеми правового регулювання. *Вісник Кримінологічної асоціації України : зб. наук. праць*. № 2 (23). 2020. С. 171–176.
- 28 Калайда Ю.Г. Можливості блокчейн-технології у розслідуванні кримінальних правопорушень, вчинених у кіберпросторі. *Інформація і право*. 2021. № 4 (39). С. 170–178.
- 29 Капсамун С. Ю., Онищенко Ю. І.. Криптовалюта як фінансовий актив для інвестування банками. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2019. № 25, ч. 2. С. 25-30.
- 30 Конституція України (зі змін. і доп.). Прийнята на п'ятій сесії Верховної Ради 28 червня 1996 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua> (дата звернення: 07.04.2024).
- 31 Криптовалюта. URL: <https://uk.wikipedia.org> (дата звернення: 07.11.2024).
- 32 Логойда В.М. Перспективи врегулювання правового статусу

криптовалюти в Україні. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2021. № 63. С.152-157.

33 Макогонюк І. Р. Криптовалюта як об'єкт цивільних правовідносин. Актуальні проблеми сучасної науки в дослідженнях молодих учених, курсантів та студентів: тези доп. Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Вінниця, 17 травн. 2023 р.) / МВС України, Харків. нац. ун-т внут. справ, Наук. парк «Наука та безпека». Вінниця : ХНУВС, 2023. С. 342-344.

34 Мамуненко М.С., Жмат О.В. Переваги та недоліки застосування криптовалюти в умовах сучасного ринкової економіки в Україні. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Міжнародні економічні відносини та світове господарство*. Вип. 26. Част. 1, 2019. С. 127–130.

35 Мандрик В.О., Мороз В. П. Законодавче регулювання обігу криптовалют в Україні, проблеми та перспективи їх розвитку. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2019. Т. 29. № 4. С. 67-71.

36 Музика Д.О. Криптовалюта як економічне явище. Київ : Національний університет «Києво-Могилянська академія», 2021. 27 с.

37 На Українській біржі стартували перші торги біткоїнф'ючерсами. URL: <https://news.obozrevatel.com> (дата звернення: 07.11.2024).

38 Нагнибіда В. І. Реалізація положень законодавства про віртуальні активи у світлі політики діджиталізації. *Наукові записки Інституту законодавства Верховної Ради України*. 2021. № 5. С. 45-52.

39 Нескороджена Л.Л. Криптовалюта: об'єкт цивільних прав чи засіб платежу? Сучасна цивілістична наука в умовах гібридної війни: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Київ, 16 листопада 2017 р. – Київ: Таврійський національний університет імені В. І. Вернадського, 2017. С.162-167.

40 Офіційний сайт Національного банку України. URL: <https://bank.gov.ua> (дата звернення: 07.11.2024).

41 Переваги та недоліки криптовалюти. URL: <https://lb.ua> (дата звернення: 07.11.2024).

42 Про валюту і валютні операції: Закон України від 21 червня 2018 року № 2473-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2473-19#Text> (дата звернення: 28.10.2024).

43 Про віртуальні активи: Закон України від 17.02.2022 № 2074-IX. *Верховна Рада України*. 2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2074-20#Text> (дата звернення 21.10.2024).

44 Про платіжні послуги: Закон України від 30 червня 2021 року № 1591-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1591-20#Text> (дата звернення: 28.01.2024).

45 Проект Закону Про внесення змін до Податкового кодексу України щодо оподаткування операцій з віртуальними активами. URL: <https://itd.rada.gov.ua/billInfo/Bills/Card/39211> (дата звернення 21.10.2024).

46 Проект Закону України "Про внесення змін до Податкового кодексу України щодо оподаткування операцій з віртуальними активами в Україні" №9083 від 14.09.2018 р. . URL: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/JH70B1A-A.html

47 Рафальська А.М., Букіна В.О. Перспективи розвитку криптовалюти в Україні. *Електронне наукове видання «Аналітичнопорівняльне законодавство»*. 2022. № 5. С. 301-305.

48 Ринок криптовалют потребує правової визначеності від регуляторів // Офіс ефективного регулювання (BRDO). URL: <http://brdo.com.ua/top/rynok-kryptovalyut-potrebuye-pravovoyi-vyznachenosti-vid-regulyatoriv/>

49 Спільна заява фінансових регуляторів щодо статусу криптовалют в Україні. URL: <https://bank.gov.ua/ua/news/all/spilna-zayava-finansovih-regulyatoriv-schodo-statusu-kriptovalyut-v-ukrayini> (дата звернення: 22.02.2024).

50 У Twitter стартувало блокування реклами криптовалют // Електронна газета "TSN". URL: https://tsn.ua/nauka_it/u-twitter-startovalo-blokuvannya-reklami-kriptovalyut-1130451.html?fbclid=IwAR0KzeWWUf5hHdIMBehpwNSiOKryitY94Cancrw0izmp3_aJrAFnys JQBnv

51 Федорова Н.В. Криптовалюта: обчислювальна система чи творча діяльність людини. Бізнес-аналітика: моделі, інструменти та технології : Матеріали

IV Міжнародної науково-практичної конференції (1-3 бер. 2023.) К.: НАУ, 2023. С.539-542.

52 Цивільний кодекс України: Закон України від 16.01.2003 № 435-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/435-15> (дата звернення 21.10.2024).

53 Jason Brownlee, How to Develop LSTM Models for Time Series Forecasting, Deep Learning for Time Series 2018. URL: <https://machinelearningmastery.com/how-to-develop-lstm-models-for-time-series-forecasting/>

54 Чижевська Л. Перспективи розвитку ринку криптовалют в Україні. URL: https://dspae_mnau.edu.ua (дата звернення: 07.11.2024).

АКТ

перевірки кваліфікаційної роботи магістра на наявність ознак
академічного плагіату

Відповідно до даних сервісу Strikeplagiarism кваліфікаційна робота «Аналіз волатильності криптовалют на сучасних біржах: фактори впливу та прогнозування цін», автора: Візіра Юрія Сергійовича містить 0,61 % запозичень. Ознаки академічного плагіату – відсутні.

Перевірку виконала доцент кафедри «Фінанси, облік і аудит» Вікторія Орлова

12.12.2024 р.