

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних наук
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розробка програмного забезпечення для автоматизації
біржової торгівлі на криптовалютних ринках

Виконав: студент VI курсу, групи СНмд-61
спеціальності 122 Комп'ютерні науки
(шифр і назва спеціальності)

Радченко А.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Гарматій Н.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Боднарчук І.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри Боднарчук І.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент Боднарчук І.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2023

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних наук
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Боднарчук І.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

«27» грудня 2023 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки
(шифр і назва спеціальності)

Студенту Радченко Андрій Володимирович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка програмного забезпечення для автоматизації біржової торгівлі на криптовалютних ринках

Керівник роботи Гарматій Наталія Михайлівна, к.е.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «24» листопада 2023 року № 4/7-1098

2. Термін подання студентом завершеної роботи 11 грудня 2023р.

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

ВСТУП; 1 ПРИНЦИПИ ТОРГІВЛІ НА КРИПТОВАЛЮТНИХ РИНКАХ; 1.1 Криптовалюта; 1.2 Криптовалютні біржі; 1.3 Торгові стратегії та інструменти на криптовалютних біржах; 2 ФАКТОРИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ТОРГІВЛІ КРИПТОВАЛЮТАМИ; 2.1 Принципи тактики та стратегії торгівлі; 2.2 Роль аналізу ринку в автоматизації торгівлі; 2.3 Маркет мейкінг; 3 РОЗРОБКА ТА ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ ТОРГОВОЇ СТРАТЕГІЇ МАРКЕТ МЕЙКІНГУ; 3.1 Основні обмеження стратегії та її імплементації в кваліфікаційній роботі; 3.2 Програмний аналіз вхідних даних; 3.3 Алгоритмічний аналіз добової волатильності ринку; 3.4 Програмний підхід до оцінки та вибору між-ордерних інтервалів; 3.5 Програмна реалізація запобіжників стратегії; 3.6 Бек-тестинг та оцінка стратегії; 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ; ВИСНОВОК; ДОДАТКИ.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1 Титульна сторінка. 2. Тема дослідження. Мета дослідження. 3. Об'єкт дослідження. Предмет дослідження. 4. Завдання дослідження. Актуальність теми. 5. Принципи криптовалютної торгівлі. 6. Фактори прийняття рішень. 7. Демонстрація маркет мейкінгу на криптовалютному ринку. 8. Розробка та імплементація. 9. Спрощений алгоритм стратегії маркет мейкінгу. 10. Зони розміщення ордерів. 11. Алгоритм дії розміщувача ордерів 12. Алгоритм дії очищувача ордерів. 13. Вікно торгового терміналу інструмента BTCUSDT

біржі Binance. 14. Розробка та імплементація (продовження). 15. Сценарії адаптації стратегії
16. Охорона праці та безпека. 17. Висновки. 18. Завершальний слайд.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4.1 Питання щодо охорони праці	Сенчишин В.С.		
4.2 Питання щодо безпеки в надзвичайних ситуаціях	Клепчик В.С.		

7. Дата видачі завдання _____ 24 листопада 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Ознайомлення з завданням до кваліфікаційної роботи	24.11.2023-24.11.2023	Виконано
2.	Підбір наукових джерел по темі роботи	25.11.2023-25.11.2023	Виконано
3.	Переклад та опрацювання наукових публікацій та збір даних по темі роботи	26.11.2023-26.11.2023	Виконано
4.	Виконання дослідження згідно мети кваліфікаційної роботи	27.11.2023-27.11.2023	Виконано
5.	Оформлення розділу «Принципи торгівлі на криптовалютних ринках»	28.11.2023-28.11.2023	Виконано
6.	Оформлення розділу «Фактори прийняття рішень в торгівлі криптовалютами»	01.12.2023-02.12.2023	Виконано
7.	Оформлення розділу «Розробка та імплементація торгової стратегії маркет мейкінгу»	03.12.2023-03.12.2023	Виконано
8.	Виконання завдання до підрозділу «Охорона праці»	04.12.2023-04.12.2023	Виконано
9.	Виконання завдання до підрозділу «Безпека в надзвичайних ситуаціях»	05.12.2023-05.12.2023	Виконано
10.	Оформлення кваліфікаційної роботи	06.12.2023-10.12.2023	Виконано
11.	Нормоконтроль	11.12.2023-15.12.2023	Виконано
12.	Перевірка на плагіат	19.12.2023	Виконано
13.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	25.12.2023	Виконано
14.	Захист кваліфікаційної роботи	28.12.2023	

Студент

_____ (підпис)

Радченко А.В.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Гарматій Н.М.

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Розробка програмного забезпечення для автоматизації біржової торгівлі на криптовалютних ринках // Кваліфікаційна робота освітнього рівня «Магістр» // Радченко Андрій Володимирович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних наук, група СНмд-61 // Тернопіль, 2023 // С. 65, рис. – 7, кресл. – 18, додат. – 2, бібліогр. – 50.

Ключові слова: криптовалютна біржа, фінансовий ринок, алгоритмічний трейдинг, маркет мейкінг, книга ордерів, лімітна заявка, потік ордерів.

Кваліфікаційна робота зосереджена на розробці алгоритмічної реалізації стратегії маркет мейкінгу на сучасних криптовалютних ринках. Об'єктом дослідження виступають процеси автоматизації біржової торгівлі. В якості предмета дослідження виступає процес автоматизації біржової торгівлі на криптовалютних ринках, що базується на стратегії маркет мейкінгу.

В першому розділі роботи описані основні поняття криптовалютної торгівлі. Висвітлено такі поняття, як криптовалюта, криптовалютні біржі, торгові стратегії тощо. Розглянуто історію виникнення криптовалюти та аспекти ринкової торгівлі криптовалютами.

В другому розділі роботи зроблено огляд основних факторів, які впливають на формування стратегії в криптовалютній торгівлі. Висвітлено основні принципи стратегії торгівлі, а також види аналізу ринку, а саме фундаментальний та технічний. Окремим пунктом розглянуто стратегію маркет мейкінгу, яка заповнює нішу в прийнятті рішень між фундаментальним та технічним аналізом.

В третьому розділі роботи виконана розробка алгоритму маркет мейкінгу, який враховує такі ринкові фактори, як волатильність та ліквідність. Важливу увагу приділено адаптивності алгоритму до швидкозмінних умов ринку

включно з дизайном запобіжників, та його здатності виявляти та реагувати на непередбачувані ринкові події.

ANNOTATION

Development of software for automation of stock trading in cryptocurrency markets // The educational level "Master" qualification work // Radchenko Andriy Volodymyrovych // Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Faculty of Computer Information Systems and Software Engineering, Department of Computer Science, SNmd-61 group // Ternopil, 2023 // P. 65, fig. – 7, posters – 18, annexes – 2, ref. – 50.

Key words: cryptocurrency exchange, financial market, algorithmic trading, market making, order book, limit order, order flow.

This thesis is dedicated to the development of an algorithmic implementation of the market making strategy in modern cryptocurrency markets. The object of the research is the processes of automation of exchange trading. The subject of the study is the process of automating exchange trading in cryptocurrency markets, which is based on the market-making strategy.

In the first chapter, the basic concepts of cryptocurrency trading are described. Concepts such as cryptocurrency, cryptocurrency exchanges, trading strategies, etc., are highlighted. The history of the emergence of cryptocurrency and aspects of market trading of cryptocurrencies are considered.

In the second chapter, a review of the main factors that influence the formation of the strategy in cryptocurrency trading is made. The main principles of trading strategy, as well as types of market analysis, namely fundamental and technical, are highlighted. The market-making strategy, which fills the niche in decision-making between fundamental and technical analysis, is considered separately.

In the third chapter, the development of a market-making algorithm is performed, which takes into account such cryptocurrency market factors as volatility and liquidity. Significant attention is paid to the adaptability of the algorithm to

rapidly changing market conditions and its ability to detect and respond to unforeseen market events.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	9
ВСТУП	10
1 ПРИНЦИПИ ТОРГІВЛІ НА КРИПТОВАЛЮТНИХ РИНКАХ	12
1.1 Криптовалюта	12
1.2 Криптовалютні біржі.....	14
1.3 Торгові стратегії та інструменти на криптовалютних біржах	19
2 ФАКТОРИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ТОРГІВЛІ КРИПТОВАЛЮТАМИ .	27
2.1 Принципи тактики та стратегії торгівлі	27
2.2 Роль аналізу ринку в автоматизації торгівлі	28
2.3 Маркет мейкінг	36
3 РОЗРОБКА ТА ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ ТОРГОВОЇ СТРАТЕГІЇ МАРКЕТ МЕЙКІНГУ	39
3.1 Основні обмеження стратегії та її імплементації в кваліфікаційній роботі.....	40
3.2 Програмний аналіз вхідних даних	41
3.3 Алгоритмічний аналіз добової волатильності ринку	46
3.4 Програмний підхід до оцінки та вибору між-ордерних інтервалів....	49
3.5 Програмна реалізація запобіжників стратегії.....	51
3.6 Бек-тестинг та оцінка стратегії	53
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	54
4.1 Питання щодо охорони праці.....	54
4.2 Питання щодо безпеки в надзвичайних ситуаціях	56
4.3 Висновки щодо охорони праці та безпеки.....	57
ВИСНОВКИ.....	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	61
ДОДАТКИ	

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

AML (англ. Anti-Money Laundering) – набір процедур та контрольних заходів, спрямованих на запобігання та виявлення відмивання грошей та інших фінансових злочинів.

API (Application Programming Interface) – набір правил і протоколів, який дозволяє різним програмним застосункам взаємодіяти один з одним.

BBO (англ. Best Bid and Offer) – термін, який використовується для позначення найкращих наявних цін купівлі (англ. bid) та продажу (англ. offer) на ринку для конкретного фінансового інструменту в певний момент часу.

CEX (англ. Centralized Exchange) – централізована платформа для торгівлі криптовалютами, яка керується компанією-оператором, що забезпечує управління активами, проведення угод та надання інших пов'язаних з торгівлею послуг.

DEX (англ. Decentralized Exchange) – децентралізована платформа для торгівлі криптовалютами, яка дозволяє користувачам здійснювати прямі торгові операції між собою без посередництва централізованого адміністратора або оператора.

DOM (англ. Depth of Market) – у біржовій торгівлі це інструмент, який відображає рівні попиту та пропозиції на ринку за допомогою списку лімітних замовлень, організованих за ціною, що демонструє глибину і ліквідність ринку.

KYC (англ. Know Your Customer) – стандарт у фінансовій сфері, який вимагає від банків та інших фінансових установ проведення перевірок для ідентифікації своїх клієнтів та оцінки їхніх ризиків, пов'язаних з відмиванням грошей або фінансуванням тероризму.

ВСТУП

Актуальність теми. Актуальність дослідження автоматизації торгівлі на криптовалютних ринках зумовлена стрімким розвитком цифрових економік та зростаючою інтеграцією криптовалют у фінансові системи по всьому світу. Криптовалютні активи характеризуються високою волатильністю, що, з одного боку, створює значний ризик, але з іншого – відкриває широкі можливості для спекулятивної торгівлі. Автоматизація процесів торгівлі включає використання алгоритмічних стратегій, які здатні в мілісекундах аналізувати великі об'єми даних, здійснювати оперативні торгові операції, мінімізувати вплив людського фактору та емоцій на прийняття рішень, що є особливо важливим в умовах високої непередбачуваності криптовалютних ринків. Автоматизація торгівлі на криптовалютних ринках є актуальним та необхідним для розуміння сучасних тенденцій в області фінансових технологій, для виявлення та розробки нових методів торгівлі, що сприятиме підвищенню ефективності торгівлі та стабільності фінансових систем.

Мета і задачі дослідження. Метою даної кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Магістр» є дослідження існуючих методів торгівлі та практична імплементація на прикладі стратегії маркет мейкінгу. Для досягнення поставленої мети потрібно виконати ряд завдань, зокрема:

- Проаналізувати засади, на яких ґрунтується торгівля на криптовалютних ринках.
- Дослідити існуючі на даний час методи торгівлі.
- Проаналізувати та виконати порівняння методів аналізу криптовалютних ринків.
- Розробити імплементацію автоматизованої торгівлі що базується на маркет мейкінгу.

Об'єкт дослідження. Торгівля на криптовалютній біржі.

Предмет дослідження. Процес автоматизації біржової торгівлі на криптовалютних ринках, що базується на стратегії маркет мейкінгу.

Наукова новизна одержаних результатів кваліфікаційної роботи полягає у тому, що автоматизація біржової торгівлі отримала подальший розвиток.

Практичне значення одержаних результатів. Виконано практичну автоматизацію торгівлі на криптовалютних ринках що базується на маркет мейкінгу.

Апробація результатів магістерської роботи. Основні результати проведених досліджень обговорювались на IV Міжнародній науково-практичній конференції учених та студентів «Цифрова економіка як фактор інновацій та сталого розвитку суспільства» та XI Науково-технічній конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя (м. Тернопіль, 2023 р.).

Публікації. Основні результати кваліфікаційної роботи опубліковано у двох працях конференції (Див. додатки А, Б).

Структура й обсяг кваліфікаційної роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури з 50 найменувань та 1 додатку. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи складає 65 сторінок, з них 57 сторінок основного тексту, який містить 7 рисунків.

1 ПРИНЦИПИ ТОРГІВЛІ НА КРИПТОВАЛЮТНИХ РИНКАХ

1.1 Криптовалюта

Криптовалюта — це цифровий або віртуальний актив, який використовує криптографію для забезпечення безпеки транзакцій та контролю за створенням нових одиниць. Це децентралізована система, що відрізняється від традиційних фіатних валют і централізованих банківських систем. Першою і найвідомішою криптовалютою є Bitcoin, створений у 2009 році невідомою особою або групою осіб під псевдонімом Satoshi Nakamoto.

Концепція криптовалюти базується на технології блокчейн — ланцюгу блоків, що містять інформацію про всі транзакції. Кожен блок з'єднаний з попереднім і містить унікальний криптографічний хеш, часову мітку та транзакційні дані, що робить блокчейн екстремально безпечним і важким для маніпуляцій.

У 2008 році, в розпал світової фінансової кризи, була опублікована робота Satoshi Nakamoto, в якій було представлено концепцію Bitcoin як електронної готівкової системи, що базується на мережі рівноправних вузлів, вільної від контролю центральних банків або інших фінансових інституцій.

Ключовою особливістю криптовалюти є її децентралізація. Відсутність централізованого контролю досягається за рахунок використання технології блокчейн, яка дозволяє учасникам мережі спільно підтримувати базу даних транзакцій (розподілений реєстр). Транзакції перевіряються і записуються в блокчейн за допомогою процесу, відомого як майнінг. Майнінг включає вирішення складних криптографічних загадок, яке вимагає значної обчислювальної потужності.

Безпека криптовалют забезпечується завдяки криптографічним методам, які унеможливають подвійне витрачання коштів та фальсифікацію записів. Кожна транзакція криптовалюти є повністю прозорою і може бути перевірена у

блокчейні, однак особистість користувача зберігається в анонімності завдяки використанню криптографічних адрес.

З моменту свого виникнення криптовалюти суттєво вплинули на фінансові ринки і спричинили численні дебати серед економістів, інвесторів та регуляторів. З одного боку, вони відкрили можливості для нових форм інвестування та спекуляцій, з іншого – порушили питання регулювання, безпеки та стабільності фінансових систем. Криптовалюти стимулюють розвиток фінтех-індустрії, пропонуючи інноваційні рішення для платіжних систем, переказів коштів, кредитування та інших фінансових послуг.

Однак, поряд з перевагами, криптовалюти несуть і певні ризики. Висока волатильність цін на криптовалюти може призвести до значних фінансових втрат. Також існує ризик використання криптовалют у незаконних цілях, таких як відмивання грошей та фінансування тероризму, через відсутність прозорого регулювання та анонімність транзакцій. Додатковим викликом є питання екологічності, оскільки майнінг криптовалют вимагає великої кількості електроенергії.

Інтеграція криптовалют у фінансові системи сприяє розширенню глобальних фінансових ринків, надаючи інвесторам нові можливості для диверсифікації активів. Однак це також створює виклики для регуляторів, які прагнуть забезпечити фінансову стабільність та захистити права споживачів. Нерегульованість та анонімність деяких криптовалют можуть стимулювати незаконну діяльність, таку як відмивання грошей та фінансування тероризму.

Майбутнє криптовалют є предметом гарячих дискусій. З одного боку, існує переконання, що розвиток блокчейн-технологій та криптовалют сприятиме подальшій децентралізації фінансових послуг та розширенню можливостей для глобальної інклюзії. З іншого боку, важливим є розвиток регуляторного середовища, що забезпечить баланс між інноваційністю та захистом споживачів.

Криптовалюти представляють собою значний прорив у фінансовій технології, що змінює традиційні підходи до валют, інвестицій та розрахунків.

Як новітній фінансовий інструмент, вони революціонізували традиційні підходи до грошових операцій, вносячи зміни в структуру та функціонування фінансових ринків. Незважаючи на високу волатильність та ризики, вони продовжують привертати увагу як інвесторів, так і регуляторів, спонукаючи до подальшого дослідження та розвитку цієї області. Очікується, що майбутнє розвиток криптовалют буде тісно пов'язане з інноваціями у блокчейн-технологіях та зусиллями зі стандартизації та регулювання цієї сфери.

1.2 Криптовалютні біржі

1.2.1 Вступ до криптовалютних бірж

Криптовалютні біржі — це платформи, де користувачі можуть купувати, продавати та обмінювати криптовалюти. Вони є ключовим елементом екосистеми криптовалют, забезпечуючи ліквідність та доступ до різноманітних цифрових активів. Ці біржі почали з'являтися після створення Біткоїну у 2009 році. З часом криптовалютні біржі еволюціонували, пропонуючи не тільки базові функції торгівлі, але й розширені можливості, такі як маржинальна торгівля, ф'ючерси, опціони та стейкінг. Це додало глибини та різноманітності ринку криптовалют, залучаючи більш широкий спектр інвесторів, від аматорів до професіоналів.

Основні характеристики криптовалютних бірж включають можливість торгувати широким спектром криптовалют, наявність різних видів замовлень (наприклад, лімітні та ринкові замовлення), а також інструменти для аналізу ринку, які допомагають користувачам приймати обґрунтовані торгові рішення. Безпека є критично важливою, оскільки біржі часто стають мішенями для хакерських атак.

Роль криптовалютних бірж у фінансовому світі криптовалют надзвичайно значна. Вони не тільки сприяють встановленню цін на криптовалюти, але й

відіграють ключову роль у забезпеченні ліквідності, що є життєво необхідним для здорового функціонування ринку. Крім того, біржі часто служать воротами для нових інвесторів у світ криптовалют, надаючи їм доступ до цього новітнього активу та сприяючи його освіті та прийняттю. Криптовалютні біржі не лише сприяють розвитку криптовалютного ринку, але й впливають на ширший фінансовий ландшафт, відкриваючи нові можливості для інновацій та інвестицій. Їх розвиток та регулювання будуть визначальними для майбутнього цієї динамічної галузі.

1.2.2 Типи криптовалютних бірж

У сфері криптовалют існують різні типи бірж, кожен з яких має свої особливості та механізми функціонування. Перший тип – це централізовані криптовалютні біржі (CEX). Вони функціонують за принципом традиційних фінансових обмінників, де інституція або компанія виступає як посередник між купівельниками та продавцями. Централізовані біржі зазвичай пропонують високий рівень ліквідності та швидкість виконання торгів, однак вони також мають підвищені ризики з точки зору безпеки, оскільки централізована природа може привертати хакерів.

На противагу, децентралізовані криптовалютні біржі (DEX) дозволяють користувачам проводити обміни безпосередньо один з одним, використовуючи технологію розподілених реєстрів. Це знижує ризики пов'язані з централізованими інституціями, але такі біржі часто мають нижчу ліквідність та меншу швидкість обробки транзакцій. Вони також можуть бути менш інтуїтивно зрозумілими для нових користувачів.

Гібридні криптовалютні біржі намагаються об'єднати переваги обох типів, пропонуючи швидкість та простоту використання централізованих платформ з додаванням безпеки та децентралізації децентралізованих бірж. Це дає можливість більш гнучкого вибору для користувачів, які шукають баланс між безпекою та ефективністю.

Кожен тип криптовалютної біржі має свої особливості та призначений для різних потреб користувачів, від досвідчених трейдерів до новачків у криптовалютному просторі. Вибір конкретної платформи залежить від індивідуальних потреб, рівня знань та готовності взяти на себе певний рівень ризику.

1.2.3 Технології та безпека на криптовалютних біржах

Аналіз технологій блокчейн та криптографії, що використовуються на криптовалютних біржах, виявляє їхній важливий вплив на забезпечення безпеки та надійності фінансових транзакцій. Блокчейн як децентралізована база даних використовується для забезпечення прозорості та незмінності історії транзакцій. Ця технологія включає створення послідовних блоків даних, які з'єднані та захищені за допомогою криптографічних методів.

Криптографія в блокчейні, особливо застосування хеш-функцій та асиметричного шифрування, забезпечує цілісність та безпеку транзакцій. Хеш-функції перетворюють великі обсяги даних у короткий, фіксований розмір хешу, який є унікальним для кожного блоку інформації. Це ускладнює спроби модифікації існуючих блоків. Асиметричне шифрування, яке включає використання пари ключів – відкритого та закритого – дозволяє безпечно обмінюватися інформацією, не розкриваючи чутливих даних.

Однак, незважаючи на високий рівень безпеки, забезпечуваний блокчейном та криптографією, криптовалютні біржі також стикаються з питаннями безпеки, особливо пов'язаними з кіберзлочинністю, такою як фішингові атаки, хакерські втручання, та інші форми цифрових загроз. Для захисту активів користувачів біржі впроваджують низку заходів безпеки, включаючи багаторівневу систему аутентифікації, шифрування даних користувачів, регулярне оновлення програмного забезпечення та створення резервних копій даних.

Також біржі часто використовують «гарячі» та «холодні» гаманці для зберігання криптовалют. «Гарячі» гаманці підключені до Інтернету і забезпечують швидкий доступ до активів для торгівлі, але вони менш безпечні. Натомість, «холодні» гаманці зберігаються офлайн і використовуються для тривалого зберігання активів, забезпечуючи вищий рівень безпеки.

В цілому, аналіз технологій блокчейн та криптографії, а також заходів безпеки на криптовалютних біржах, підкреслює їх важливість для забезпечення безпеки, надійності та прозорості фінансових транзакцій у сфері криптовалют.

1.2.4 Регулювання криптовалютних бірж

Регулювання криптовалютних бірж є критично важливою темою в контексті зростаючого впливу криптовалют на глобальні фінансові ринки. Основною метою регулювання є забезпечення прозорості, захисту прав споживачів та запобігання фінансовим зловживанням, таким як відмивання грошей та фінансування тероризму. Регулювання включає низку аспектів:

Ліцензування та нагляд: Багато юрисдикцій вимагають, щоб криптовалютні біржі отримували ліцензії для проведення своєї діяльності. Це включає в себе перевірку їхніх операційних процедур, безпеки систем та дотримання стандартів .

Політики AML та KYC: Біржі зобов'язані проводити ідентифікацію та верифікацію своїх користувачів, щоб запобігти відмиванню грошей та фінансуванню тероризму. Це включає збір та зберігання ідентифікаційної інформації користувачів, а також моніторинг транзакцій.

Захист даних та конфіденційності: З огляду на чутливість даних користувачів, біржі зобов'язані вживати заходів для захисту цих даних. Це включає в себе шифрування інформації та обмежений доступ до персональних даних.

Регулятивні рамки на різних ринках: Криптовалютні біржі підпадають під юрисдикцію країн, в яких вони працюють. Оскільки регулятивні рамки

варіюються від країни до країни, біржі мають відповідати різним вимогам та нормам, що може ускладнити їхню діяльність на міжнародному рівні.

Регулятивні виклики та адаптація: Оскільки криптовалютний ринок швидко розвивається, регуляторам необхідно постійно адаптуватися до нових викликів, таких як виникнення нових технологій (наприклад, DeFi – децентралізовані фінанси) та визначення правового статусу різних типів криптовалют.

У цілому, регулювання криптовалютних бірж знаходиться на перехресті фінансового регулювання, технологічних інновацій та міжнародного права, що вимагає балансу між розвитком ринку та захистом інтересів учасників ринку та споживачів.

1.2.5 Майбутнє криптовалютних бірж та їх вплив на глобальну економіку

Прогнозування майбутніх тенденцій розвитку криптовалютних бірж та оцінка їх потенційного впливу на світову фінансову систему вимагає комплексного підходу, який враховує технологічні, економічні, регуляторні та соціальні аспекти.

Технологічно, постійний розвиток блокчейну та інших суміжних технологій може призвести до підвищення ефективності, безпеки та швидкості транзакцій на криптовалютних біржах. Це, в свою чергу, може збільшити їх привабливість для широкого кола інвесторів, включаючи інституційні.

Економічно, інтеграція криптовалют у глобальну фінансову систему може привести до змін у способах проведення платежів, інвестиційних стратегіях та управлінні активами. Криптовалютні біржі можуть відіграти важливу роль у цій трансформації, надаючи доступ до нових форм активів та інвестиційних інструментів.

Регуляторний аспект є ключовим для стабілізації та подальшого розвитку криптовалютних ринків. Впровадження чітких правил та стандартів може

зменшити ризики для інвесторів та підвищити довіру до цих ринків. Водночас, надмірне або неадекватне регулювання може стримувати інновації та ріст ринку.

Соціальний аспект, включаючи загальне прийняття криптовалют та розуміння їх потенціалу громадськістю, також відіграє важливу роль. Зростаюча увага до криптовалют може збільшити попит та вкладення у ці активи.

Загалом, потенціал криптовалютних бірж у впливі на світову фінансову систему є значним, але водночас супроводжується рядом невизначеностей та викликів, що вимагають уважного аналізу та гнучкого підходу. Інтеграція криптовалютних бірж у світову фінансову систему залежатиме від того, наскільки вони зможуть забезпечити безпеку, стабільність та прозорість. Це, в свою чергу, залежить від поєднання технологічних інновацій, ефективного регулювання та участі широкого кола учасників ринку, включаючи як приватних, так і інституційних інвесторів.

1.3 Торгові стратегії та інструменти на криптовалютних біржах

Торгові стратегії та інструменти на криптовалютних біржах охоплюють широкий спектр методик і підходів, кожен з яких має свої унікальні характеристики та використовується для досягнення певних інвестиційних цілей. Основними серед них є довгострокове інвестування, денна торгівля, маржинальна торгівля, арбітраж, та використання ботів для автоматичної торгівлі.

1.3.1 Довгострокове інвестування

Довгострокове інвестування на криптовалютній біржі є стратегією, яка передбачає придбання криптовалютних активів з метою їх зберігання протягом

значного періоду часу. Цей підхід ґрунтується на переконанні, що вартість криптовалют зросте в довгостроковій перспективі, незважаючи на короткострокову волатильність.

Основна ідея такої стратегії полягає в тому, що, хоча криптовалютні ринки можуть бути надзвичайно волатильними в короткостроковій перспективі, загальний тренд розвитку технології блокчейн та її застосування може призвести до значного зростання вартості окремих криптовалют у довгостроковій перспективі.

Для реалізації цієї стратегії інвесторам потрібно провести глибокий аналіз потенційних криптовалют, оцінюючи їх технологічний потенціал, ступінь прийняття на ринку, розробницьку підтримку, а також загальний ринковий потенціал. Це вимагає розуміння основних технологічних та економічних принципів, що лежать в основі криптовалют.

Окрім технічного аналізу, інвестори також повинні враховувати зовнішні чинники, такі як регуляторні зміни, макроекономічні тренди та загальну динаміку фінансових ринків. Також важливо мати диверсифікований портфель, щоб знизити ризики, пов'язані з інвестуванням у єдину криптовалюту.

Нарешті, довгострокове інвестування вимагає терпіння та стійкості, оскільки інвесторам потрібно витримувати періоди високої волатильності та невизначеності, тримаючись своєї інвестиційної стратегії навіть у періоди зниження ринкових цін.

1.3.2 Денна торгівля

Денна торгівля на криптовалютних біржах є складним і високоризиковим процесом, що вимагає від трейдерів глибокого розуміння ринкових тенденцій та володіння стратегіями торгівлі. Ця форма торгівлі заснована на купівлі та продажу криптовалют протягом одного торгового дня з метою отримання прибутку від короткострокових коливань цін.

Основним чинником, що впливає на денну торгівлю криптовалютами, є їх висока волатильність. Криптовалютні ринки часто демонструють значні коливання цін протягом коротких періодів часу, що може пропонувати великі можливості для заробітку, але також містить високі ризики.

Трейдери, які займаються денною торгівлею, зазвичай використовують різні технічні індикатори та моделі для аналізу ринкових трендів і прийняття торгових рішень. Це включає в себе аналіз графіків цін, використання індикаторів, таких як середні рухоми, RSI (індекс відносної сили) та MACD (конвергенція/дивергенція рухомих середніх), а також вивчення ринкових новин і глобальних економічних подій, які можуть вплинути на криптовалютні ринки.

Однак, важливо відзначити, що денна торгівля вимагає не тільки глибоких технічних знань, але й стресостійкості, стратегічного планування та дисципліни. Трейдерам необхідно мати чітко визначені стратегії управління ризиками та капіталом, а також здатність швидко адаптуватися до змінних ринкових умов.

У підсумку, денна торгівля на криптовалютних біржах представляє собою високоспеціалізовану діяльність, яка може принести як значний дохід, так і великі збитки, і тому повинна підходити з великою обережністю і професійним розумінням.

1.3.3 Маржинальна торгівля

Маржинальна торгівля на криптовалютних біржах є методом інвестування, який дозволяє трейдерам використовувати позикові кошти для збільшення потенційного прибутку від своїх торгових операцій. Цей метод включає в себе купівлю або продаж активів, коли трейдер використовує лише частину вартості позиції, а решту коштів запозичує від біржі.

Основна особливість маржинальної торгівлі полягає в можливості значного збільшення потенційного прибутку (або збитку) від торгової операції

через використання кредитного плеча (левериджу). Леверидж визначається як співвідношення між сумою, вкладеною трейдером, та загальною сумою позиції. Наприклад, леверидж 1:10 означає, що для відкриття позиції на 1000 доларів трейдеру потрібно мати всього 100 доларів на своєму рахунку.

Однак маржинальна торгівля також пов'язана з підвищеними ризиками. У випадку, коли ринкові умови розвиваються не на користь трейдера, втрати можуть перевищувати його первісний внесок, що може призвести до "маржинального виклику" (margin call). Це стан, при якому трейдеру необхідно додатково внести кошти на свій рахунок, щоб підтримувати відкриту позицію, або ж її буде закрито біржею.

Для успішної маржинальної торгівлі трейдерам потрібно не тільки розуміти ринкові тенденції та аналітичні інструменти, але й мати строгі стратегії управління ризиками. Це включає встановлення розумних рівнів стоп-лоссів для мінімізації потенційних втрат, а також обмеження використання високих рівнів левериджу.

Враховуючи ці аспекти, маржинальна торгівля на криптовалютних біржах є складною діяльністю, яка може пропонувати високі віддачі, але також несе значні ризики, і тому вона краще підходить для досвідчених інвесторів, які розуміють і можуть ефективно управляти цими ризиками.

1.3.4 Арбітраж

Арбітраж на криптовалютних біржах — це стратегія торгівлі, що полягає в використанні різниці в цінах однієї і тієї ж криптовалюти на різних біржах. Оскільки криптовалютні ринки є децентралізованими і фрагментованими, ціни на одні й ті ж активи можуть значно відрізнятись між різними біржами через різницю в обсягах торгівлі, ліквідності та доступності.

Трейдери, що займаються арбітражем, зазвичай шукають активи, які продаються за нижчою ціною на одній біржі, щоб купити їх, а потім продати на іншій біржі за вищою ціною. Цей процес може вимагати швидкого

переміщення активів між біржами, що може бути ускладнене часом обробки транзакцій і затримками в блокчейн-мережах.

Важливим аспектом арбітражу на криптовалютних ринках є управління ризиками, оскільки ціни можуть швидко змінюватися, а затримки у виконанні замовлень можуть зменшувати потенційну вигоду або навіть призвести до збитків. Крім того, трейдери повинні враховувати комісії за торгівлю та переказ коштів, які можуть зменшити рентабельність арбітражних операцій.

З технологічної точки зору, арбітраж на криптовалютних ринках часто вимагає використання складних алгоритмів та автоматизованих систем, щоб швидко виявляти та використовувати можливості арбітражу. Це може включати в себе моніторинг кількох ринків одночасно та автоматичне виконання торговельних замовлень при виявленні відповідних різниць у цінах.

1.3.5 Автоматизована торгівля

Використання модулів автоматизованої торгівлі (торгівельних ботів) на криптовалютних біржах є складним і багатограним аспектом сучасної цифрової торгівлі. Ці автоматизовані програмні системи дають трейдерам можливість виконувати торговельні стратегії з високою швидкістю та точністю, що вручну є непрактично або навіть неможливо.

Основною метою використання торговельних ботів є максимізація прибутку та мінімізація ризиків. Боти можуть програмуватися на виконання різних стратегій, таких як арбітраж, маркет мейкінг, або просто слідування трендам ринку. Через волатильність криптовалютних ринків, автоматизація торгівлі може допомогти уникнути емоційного рішення, яке часто призводить до невдалих інвестицій.

Боти, оснащені алгоритмами машинного навчання, здатні аналізувати великі обсяги даних, включаючи історичні ціни, обсяги торгівлі та новинні стрічки, для передбачення майбутніх рухів ринку. Вони можуть швидко

реагувати на зміни у ринкових умовах, автоматично налаштовуючи свої стратегії для оптимізації результатів.

Важливим аспектом використання ботів є безпека. Оскільки боти мають доступ до коштів та особистої інформації користувачів, вони стають цілями для хакерів. Надійність та захист від несанкціонованого доступу є критично важливими. Розробники ботів повинні впроваджувати різні рівні захисту, включаючи шифрування даних, двофакторну аутентифікацію та інші заходи безпеки.

Етичний бік використання торгівельних ботів також є предметом дискусій. Чи створюють вони несправедливу перевагу для деяких інвесторів? Чи можуть вони бути використані для маніпулювання ринком? Ці питання все ще залишаються відкритими та обговорюються як серед учасників ринку, так і регуляторів.

З точки зору регуляції, влада різних країн ставиться до використання ботів по-різному. Деякі юрисдикції встановлюють строгі правила щодо автоматизованої торгівлі, тоді як інші мають вільніші умови. Це створює складний регуляторний ландшафт для трейдерів, які використовують ботів, особливо коли вони торгують на міжнародному рівні.

Іншим важливим аспектом є вплив ботів на ринкову ліквідність. Боти можуть сприяти збільшенню обсягу торгівлі, але вони також можуть призводити до штучного збільшення активності на ринку. Це може ввести в оману інших трейдерів та зробити ринок менш прозорим.

У контексті арбітражу, боти можуть ефективно виявляти та використовувати цінові розриви між різними біржами, забезпечуючи швидке виконання операцій. Це може призвести до більшої ефективності ринків, оскільки цінові відмінності між біржами зменшуються через автоматизовану торгівлю.

Для маркет-мейкерів використання ботів може допомогти підтримувати рівень ліквідності на ринках, створюючи більше можливостей для торгівлі.

Однак, це також може призвести до конфлікту інтересів, особливо якщо боти використовуються для маніпулювання ринковими цінами.

Незважаючи на потенційні переваги, існують значні виклики, пов'язані з використанням ботів. Ринкові умови швидко змінюються, і алгоритми, що були ефективними в один момент, можуть стати непридатними в інший. Трейдерам потрібно постійно оновлювати та адаптувати свої стратегії, щоб залишатися конкурентоспроможними.

Підсумовуючи, боти грають важливу роль у сучасній криптовалютній торгівлі. Вони надають швидкість, ефективність та автоматизацію, але також приносять виклики у сферах безпеки, етики та регуляції. Їх вплив на ринки є значним, але потребує балансу між інноваційними можливостями та ризиками.

1.3.6 Високочастотна торгівля

Стратегія високочастотної торгівлі (High-Frequency Trading, HFT) на криптовалютних біржах є однією з передових і одночасно дискусійних практик у сфері фінансових технологій. HFT використовує складні алгоритми та високошвидкісні обчислювальні системи для проведення великої кількості торговельних операцій за дуже короткий проміжок часу, часто мілісекунди або навіть мікросекунди.

На криптовалютних ринках, де волатильність є високою, а цінові рухи можуть бути швидкими та непередбачуваними, HFT-стратегії можуть виявити та використати мінімальні зміни цін або спотворення ринку, непомітні для людського ока. Ці стратегії часто включають арбітраж, статистичну арбітраж, маркет мейкінг, а також моментальну торгівлю (momentum trading).

Однією з основних переваг HFT є здатність до швидкого реагування на ринкові зміни, що дозволяє трейдерам використовувати можливості, які можуть існувати лише кілька секунд. Наприклад, HFT-боти можуть використовувати алгоритми для виявлення невеликих розривів у цінах між різними біржами або

активами та швидко виконувати торгівельні операції, перш ніж ці розриви будуть усунені.

Проте, використання HFT на криптовалютних біржах також пов'язане з певними ризиками та викликами. Висока швидкість та великий обсяг операцій можуть призводити до підвищеної ринкової волатильності, а також створювати ризики системної нестабільності, особливо в разі помилок у програмному забезпеченні або алгоритмах.

Крім того, існує дебат щодо справедливості використання HFT. Критики вказують на те, що такі стратегії можуть створювати несправедливі умови торгівлі, оскільки учасники ринку без доступу до високошвидкісних технологій та алгоритмів знаходяться в менш вигідному становищі. Це порушує питання про рівні можливості та доступ до ринкової інформації.

З технічного боку, HFT вимагає значних інвестицій у високошвидкісну інфраструктуру та спеціалізоване програмне забезпечення. Також необхідно забезпечувати постійний моніторинг та оновлення алгоритмів, щоб вони залишалися ефективними та відповідали ринковим умовам.

В регуляторному аспекті, багато юрисдикцій прагнуть розробити нормативні рамки для регулювання HFT, щоб забезпечити прозорість та запобігти потенційним зловживанням. Регулятори стикаються з викликами, пов'язаними зі зрозумінням складності HFT-стратегій та впливом цих стратегій на загальну стабільність ринку.

Нарешті, є питання щодо впливу HFT на загальну ринкову ліквідність. З одного боку, HFT може сприяти збільшенню ліквідності через збільшення обсягу торгівлі. З іншого боку, існує ризик, що в умовах ринкової турбулентності HFT-стратегії можуть швидко виходити з ринку, залишаючи його з недостатньою ліквідністю.

2 ФАКТОРИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ТОРГІВЛІ КРИПТОВАЛЮТАМИ

2.1 Принципи тактики та стратегії торгівлі

Вибір тактики та стратегії трейдера на криптовалютних біржах вимагає ретельного аналізу ряду факторів, включаючи розуміння ринкових умов, власних інвестиційних цілей, рівня ризику, а також знання різних торговельних інструментів і методів.

Перш за все, трейдери повинні мати глибоке розуміння криптовалютного ринку. Це означає знання про різні типи криптовалют, розуміння блокчейн технологій, а також усвідомлення волатильності цього ринку. Важливо відстежувати ринкові новини, аналітичні звіти, та бути в курсі глобальних економічних та політичних подій, які можуть вплинути на ринкові ціни.

Трейдерам необхідно чітко визначити свої інвестиційні цілі. Це можуть бути короткострокові цілі, такі як щоденна торгівля для швидкого прибутку, або довгострокові цілі, які включають утримання активів для великого прибутку в майбутньому. Інвестиційні цілі повинні відображати особисті фінансові цілі трейдера, його апетит до ризику, і часовий горизонт інвестування.

Трейдери повинні проводити оцінку ризиків, що включає розуміння потенційних збитків та волатильності ринку. Важливо встановлювати рівні запобіжників для кожної торгової операції, а також мати чіткий план управління капіталом, щоб запобігти великим фінансовим втратам.

Використання різних торговельних інструментів та методів залежить від індивідуальних цілей і стилю трейдера. Важливо розуміти різницю між торгівлею на спотовому ринку, використанням ф'ючерсних контрактів, опціонів, та маржинальною торгівлею. Кожен інструмент має свої переваги та ризики.

Для розуміння ситуації на ринку трейдери зазвичай використовують різні види аналізу. Технічний аналіз є ключовим для розуміння поточних ринкових тенденцій і потенційних майбутніх рухів. Це включає в себе аналіз графіків цін, використання індикаторів, та вивчення різних графічних моделей. Фундаментальний аналіз включає в себе оцінку зовнішніх факторів, які можуть вплинути на ринкову вартість криптовалют. Це може включати новини про законодавчі зміни, нові технологічні розробки, зміни в пропозиції та попиті, та інші макроекономічні показники.

Психологія трейдера грає важливу роль у прийнятті рішень. Важливо розвинути здатність контролювати емоції, зокрема страх та жадібність, щоб уникнути імпульсивних рішень, які можуть призвести до збитків.

Постійне навчання та самоосвіта є необхідними для успішної торгівлі на криптовалютних ринках. Це включає в себе вивчення нових стратегій, слідкування за останніми трендами в криптоіндустрії, та участь у спільнотах та форумах, де можна обмінюватися інформацією та досвідом.

Трейдерам необхідно бути гнучкими та готовими адаптувати свої стратегії до змінних ринкових умов. Експериментування з різними тактиками та адаптація до нових ситуацій можуть допомогти знайти найбільш ефективні методи торгівлі.

Використання сучасних технологічних інструментів, таких як торговельні боти, може підвищити ефективність торгівлі. Однак, трейдерам важливо розуміти можливості та обмеження таких інструментів, а також ризики, пов'язані з їх використанням.

2.2 Роль аналізу ринку в автоматизації торгівлі

Аналіз ринку на криптовалютних біржах відіграє фундаментальну роль у визначенні стратегій інвестування та торгівлі. Цей процес включає в себе використання різних методів і підходів, кожен з яких надає унікальний внесок у розуміння ринкових умов та поведінки цін. Основні види аналізу, що

використовуються на криптовалютних біржах, включають технічний аналіз, фундаментальний аналіз, та аналіз глибини ринку

2.2.1 Фундаментальний аналіз

Фундаментальний аналіз на криптовалютних біржах є ключовим інструментом, який використовується для оцінки внутрішньої вартості криптовалют. Він охоплює глибоке дослідження різних факторів, що впливають на ринкову цінність криптовалют. Відмінно від традиційних ринків, де фундаментальний аналіз часто зосереджується на фінансових показниках корпорацій, на ринку криптовалют він включає аналіз технологічних, економічних, політичних і соціальних чинників.

Технологія блокчейн є основою криптовалют, тому технологічний аналіз важливий для оцінки якості та потенціалу криптовалюти. Це включає аналіз протоколу блокчейну, масштабування, безпеки, децентралізації, швидкості транзакцій та здатності до інновацій. Наприклад, біткоїн має високий рівень безпеки, але й високу енергоємність.

Економічні фактори, такі як попит і пропозиція, ринкова капіталізація, інфляція та дефляція, грають важливу роль у визначенні вартості криптовалют. Ринкова капіталізація допомагає зрозуміти загальну вартість, що ринок приписує криптовалюти, в той час як інфляційні або дефляційні тенденції вказують на потенційну майбутню вартість.

Оскільки криптовалюти знаходяться в полі зору регуляторів по всьому світу, політичні та законодавчі рішення можуть мати значний вплив на ринок. Наприклад, заборона криптовалют у певній країні або введення нових податкових правил може суттєво вплинути на ринкові ціни.

Громадське сприйняття та популярність криптовалют також впливають на їхню вартість. Аналіз соціальних медіа, новинних звітів та спільнотних обговорень може допомогти зрозуміти суспільну думку та настрої щодо певної криптовалюти.

Оцінка конкурентоспроможності криптовалюти, порівняно з іншими альтернативами на ринку, є важливою. Це включає порівняння технологічних характеристик, спільотних розробок, партнерств, та інноваційних рішень.

Важливим фактором для успіху криптовалюти є команда, що стоїть за нею. Аналіз досвіду, репутації, та минулих досягнень розробників та керівників проекту може дати уявлення про його майбутній потенціал.

Фундаментальний аналіз на криптовалютних біржах вимагає глибокого розуміння не тільки технічних та економічних аспектів, але й розуміння впливу політичних, соціальних та регуляторних змін. Цей комплексний підхід допомагає інвесторам оцінити реальну вартість криптовалюти та зробити інформовані інвестиційні рішення.

2.2.2 Технічний аналіз

Технічний аналіз на криптовалютних біржах є важливим інструментом, який допомагає трейдерам та інвесторам робити інформовані рішення, виходячи з історичних даних та графічних моделей. Він включає в себе аналіз цінових рухів та обсягів торгівлі, з метою ідентифікації тенденцій та прогнозування майбутніх ринкових рухів.

Технічний аналіз має давню історію, починаючи ще з 18-го століття. Однак, його сучасна форма почала розвиватися у 20-му столітті з роботами Чарльза Доу, який встановив основи Доу-теорії, важливої складової сучасного технічного аналізу.

Основні принципи технічного аналізу:

1) Ціна включає все. Основна припущення технічного аналізу полягає в тому, що всі наявні інформації – економічні, політичні та психологічні фактори – вже відображені в ціні. Тому аналізуючи ціну, можна зрозуміти всі ці фактори.

2) Ціна рухається за трендами. Технічний аналіз ґрунтується на ідеї, що ціни рухаються у трендах, і ці тренди мають тенденцію продовжуватися протягом певного часу.

3) Історія повторюється. Вважається, що історичні патерни поведінки ринку та інвесторів схильні повторюватися, тому минулі ринкові рухи можуть надати інформацію про майбутні рухи.

Якщо фундаментальний аналіз має давати відповідь про рух цін на середньо та довгострокову перспективу, технічний аналіз мав би давати відповідь про те, що може відбутися в найближчому майбутньому. Адже криптовалютні ринки характеризуються високою волатильністю, що робить технічний аналіз особливо важливим для ідентифікації потенційних ринкових рухів та управління ризиками і ускладнює використання фундаментального аналізу для короткострокових інвестицій.

Інструментарій фундаментального аналізу включає різноманітні інструменти. Крім аналізу волатильності, ключовим індикатором є також обсяг торгів, який використовується для підтвердження трендів або патернів на ринку. Але основними інструментами фундаментального аналізу є графічний аналіз та аналіз різноманітних індикаторів.

Графічний аналіз на криптовалютних біржах є важливим інструментом у сфері технічного аналізу, який дозволяє трейдерам оцінювати ринкові тенденції та передбачати можливі майбутні рухи цін. Основна ідея графічного аналізу полягає в тому, що ринкові ціни формують певні моделі, які можуть повторюватися і, відповідно, надавати інформацію про майбутні рухи.

Графічний аналіз заснований на визначенні трендів у русі цін. Лінії тренду – це інструменти, які допомагають визначити напрямок руху цін, показуючи підтримку та опір ринку.

Додатково до трендів, використовується пошук паттернів, які формуються на графіках цін. Вони можуть включати формації, такі як "голова і плечі", "подвійне дно", "прапори", та інші, кожна з яких має свої властиві характеристики та потенційні наслідки для руху цін.

Графічний аналіз має особливу важливість через високу волатильність та непередбачуваність ринку. Тренди на ринку криптовалют можуть розвиватися швидше, ніж на традиційних фінансових ринках, що робить швидкий аналіз цінових графіків особливо важливим. Також унікальність ринку криптовалют полягає у його 24/7 режимі роботи, що вимагає безперервного моніторингу та аналізу.

Важливо зазначити, що технічний аналіз викликає багато запитань і не є безвідмовним інструментом. Він часто вимагає суб'єктивної інтерпретації та може бути схильний до помилок у випадку нестандартних ринкових умов або при значному впливі фундаментальних новин та подій. Тому велику роль як складова технічного аналізу відіграє аналіз індикаторів.

Аналіз індикаторів як складова технічного аналізу на криптовалютних біржах відіграє ключову роль у рішеннях про торгівлю, дозволяючи трейдерам інтерпретувати ринкові дані для прогнозування майбутніх рухів цін. Ці індикатори засновані на математичних розрахунках, які використовують історичні цінові та об'ємні дані для створення візуально інтуїтивних сигналів. На відміну від графічного аналізу, індикатори дають інформацію в числовому вимірі, тому, теоретично, таку інформацію можливо об'єктивно вимірювати та аналізувати.

Технічний аналіз є важливою складовою торгівлі на криптовалютних біржах, який допомагає трейдерам ідентифікувати можливості для прибуткових угод. Він вимагає глибокого розуміння ринкових тенденцій, індикаторів та психології ринку. Однак, для повноцінного опанування цим інструментом необхідно розуміти всі властиві йому обмеження, оскільки він базується на історичних даних та не завжди може точно передбачити майбутні рухи, особливо в умовах високої волатильності криптовалютних ринків. Ринкові умови та зовнішні фактори, такі як новини та регуляторні зміни, також можуть значно вплинути на ефективність технічного аналізу. Ринкові учасники використовують схожі інструменти технічного аналізу, що може призвести до

самовиконуючих прогнозів, коли ринок рухається в очікуваному напрямку, тільки тому, що багато трейдерів прийняли схожі рішення.

2.2.3 Аналіз глибини ринку

Аналіз глибини ринку (DOM) відіграє критичну роль у сучасних фінансових ринках, особливо в контексті стрімкого розвитку та зростання сектору криптовалют. Глибина ринку, яка часто представлена через книгу замовлень, відображає загальний обсяг лімітних замовлень, що розташовані на різних цінових рівнях у межах певного ринку. Ця інформація надає трейдерам важливі дані про потенційний попит і пропозицію, а також про рівні підтримки та опору, які можуть впливати на ціноутворення та ліквідність активу.

DOM, яка є важливим аспектом фінансового аналізу, зосереджується на структурі та динаміці ринкових замовлень. Центральне місце у концепції DOM займають лімітні замовлення, які визначають максимальну ціну, за яку покупець готовий купити, або мінімальну ціну, за яку продавець готовий продати актив.

Лімітні замовлення є основою книги замовлень. Вони структуровані за ціновими рівнями та відображають кумулятивний обсяг замовлень на кожному рівні. Книга замовлень, яка являє собою список всіх активних лімітних замовлень, подає детальний зріз поточної ринкової активності та забезпечує прозорість умов торгівлі.

DOM оцінюється через аналіз ключових показників, що включають спред, обсяг торгів, та рівні підтримки та опору. Ці показники відіграють важливу роль у забезпеченні детального розуміння ринкової динаміки та механізмів ціноутворення.

1. Спред – це різниця між кращою ціною купівлі та кращою ціною продажу в книзі замовлень. Спред є важливим індикатором ринкової ліквідності та ефективності. Вузкий спред свідчить про високу ліквідність та

низькі транзакційні витрати, тоді як широкий спред може вказувати на низьку ліквідність і високу невизначеність ринку.

2. Обсяг торгів відноситься до загальної кількості активів, які були куплені та продані за певний період. Високий обсяг торгів, зазвичай, корелює з високою ліквідністю та активністю на ринку. Аналіз обсягів торгів може допомогти ідентифікувати тренди ринку та потенційні точки повороту.

3. Рівні підтримки та опору є критичними технічними показниками, які визначають цінові бар'єри, де ціна активу зазвичай змінює свій напрямок. Рівень підтримки визначає ціновий рівень, нижче якого ціна рідко падає, тоді як рівень опору визначає ціновий бар'єр, вище якого ціна рідко піднімається. Аналіз цих рівнів може допомогти трейдерам у прийнятті рішень про купівлю чи продаж, а також у встановленні рівнів зупинки збитків і взяття прибутку.

Вплив на ціноутворення в DOM визначається балансом між попитом та пропозицією. Коли нові лімітні замовлення вводяться в систему, вони можуть змінювати загальний розподіл обсягів у книзі замовлень, впливаючи на потенційні рівні підтримки та опору. Ці рівні є ключовими, оскільки вони можуть сигналізувати про місця, де ринкові учасники можуть активізувати або зменшити свої позиції.

Під час аналізу DOM, важливим є спостереження за тим, як змінюються обсяги лімітних замовлень на різних цінових рівнях, особливо в контексті швидких ринкових змін. Наприклад, значний обсяг замовлень на покупку на певному ціновому рівні може вказувати на сильну підтримку, тоді як високий обсяг замовлень на продаж може свідчити про сильний рівень опору.

DOM виступає як важливий інструмент, що дозволяє трейдерам розробляти та адаптувати свої торгові стратегії для ефективного реагування на ринкові умови. Використання DOM дозволяє трейдерам отримувати детальніші дані про ринкову активність, що підвищує їх здатність до прогнозування та прийняття обґрунтованих торгових рішень.

1. Ідентифікація рівнів підтримки та опору: Через аналіз книги замовлень, трейдери можуть виявити ключові цінові рівні, де концентруються значні

обсяги лімітних замовлень. Ці рівні часто виступають як потужні рівні підтримки або опору, що може вказувати на потенційні точки для входу або виходу з позицій.

2. Розуміння ринкової ліквідності та спреду: Аналіз DOM дозволяє трейдерам оцінювати рівень ліквідності ринку та розмір спреду. Це важливо для визначення оптимального моменту для входу чи виходу з ринку, а також для управління ризиками, пов'язаними зі сліпучими замовленнями у ринках з низькою ліквідністю.

3. Стратегії на основі обсягу: Трейдери можуть використовувати дані про обсяги торгів на різних цінових рівнях для розуміння сили певного ринкового руху. Великі обсяги на певних цінових рівнях можуть свідчити про міцність тренду або про його потенційне ослаблення.

4. Використання стратегій арбітражу: Досвідчені трейдери можуть використовувати інформацію про різниці в цінах та ліквідності між різними біржами, виявлену за допомогою DOM, для арбітражних стратегій, де одночасно відбуваються купівля та продаж активу на різних біржах для отримання прибутку від цінової різниці.

5. Стратегії засновані на реакції на новини: У ситуаціях, коли ринкові новини впливають на ринок, трейдери можуть використовувати DOM для спостереження за реакцією ринку та швидкого адаптування своїх стратегій з урахуванням змін у книзі замовлень.

Використовуючи ці стратегії, трейдери можуть значно підвищити ефективність своєї торгівлі, виходячи з більш глибокого та обґрунтованого розуміння ринкових умов та поведінки учасників ринку. У контексті криптовалютної торгівлі, аналіз DOM набуває особливого значення через високу волатильність та непередбачуваність цих ринків. Криптовалютні ринки характеризуються низькою регуляцією та відсутністю централізованого контролю, що зумовлює унікальні умови торгівлі. В такому середовищі, здатність аналізувати глибину ринку може надати трейдерам перевагу,

дозволяючи антиципувати краткострокові цінові рухи та краще розуміти загальний стан ринку.

2.3 Маркет мейкінг

Маркет мейкінг (англ. market making) є процесом, в якому індивідуальні учасники ринку або інституції активно беруть на себе роль посередників, створюючи ринок для певного фінансового інструменту шляхом надання пропозицій купівлі та продажу. Маркет мейкінг має своєю метою забезпечення ліквідності та глибини ринку, що є критично важливим для здорової функціональності фінансових ринків. Ліквідність визначається як здатність швидко купувати або продавати актив без значного впливу на його ціну. Глибина ринку, у свою чергу, відноситься до обсягу активів, доступних для торгівлі на різних рівнях цін. Маркет мейкери забезпечують ці обидві складові, підтримуючи достатній обсяг лімітних замовлень купівлі та продажу на різних рівнях цін, що дозволяє іншим учасникам ринку легко входити та виходити з позицій.

Маркет мейкінг пройшов значну еволюцію від його первісних форм на традиційних фінансових ринках до сучасного втілення на криптовалютних біржах. Ця еволюція характеризується як постійним розвитком методів та підходів, так і адаптацією до змінюваних умов та технологічного прогресу. На ранніх стадіях розвитку біржової ринків, маркет мейкінг мав переважно ручний характер. Маркет мейкери, зазвичай, були індивідуальними професіоналами або фірмами, які спеціалізувалися на певних цінних паперах або інших фінансових інструментах. Вони виступали як посередники, заповнюючи ліквіднісні прогалини та забезпечуючи стабільність та ефективність торгівлі. З розвитком комп'ютерних технологій та інтернету, маркет мейкінг почав трансформуватися. Введення алгоритмічної торгівлі і розвиток складних математичних моделей змінили підхід до маркет мейкінгу. Алгоритми дозволили автоматизувати процеси прийняття рішень, аналізу ринків та

виконання замовлень, значно збільшуючи швидкість та обсяг торгівельних операцій.

Глобалізація фінансових ринків та вхід нових учасників привели до підвищення конкуренції серед маркет мейкерів. Це стимулювало інновації та пошук нових стратегій, щоб залишатися конкурентоспроможними. Розвиток міжнародних ринків і введення нових фінансових інструментів, таких як похідні фінансові інструменти, забезпечили маркет мейкерам нові можливості та виклики.

З появою криптовалютних ринків маркет мейкінг зазнав чергової трансформації. Криптовалютні ринки відрізняються високою волатильністю, непередбачуваністю, а також відсутністю централізованого регулювання. Ці фактори вимагають від маркет мейкерів адаптації своїх стратегій, особливо у плані управління ризиками та використання передових технологічних рішень.

Хоча основні принципи маркет мейкінгу є однаковими для традиційних та криптовалютних ринків, існують певні відмінності, обумовлені специфікою криптовалют. Наприклад, криптовалютні ринки характеризуються високою волатильністю та відсутністю централізованого регулювання, що створює унікальні виклики та можливості для маркет мейкерів. З одного боку, це може вести до більш високих спредів та більшої прибутковості, але з іншого – потребує від маркет мейкерів більш глибокого розуміння ринкової динаміки та ризиків.



Рисунок 2.1 – Демонстрація маркет мейкінгу на криптовалютному ринку

Важливою складовою сучасного маркет мейкінгу є застосування передових технологій, зокрема алгоритмічної торгівлі. Це дозволяє маркет мейкерам швидко реагувати на зміни ринкових умов, автоматично адаптуючи свої замовлення до найновіших ринкових даних. У контексті криптовалютних ринків, де умови швидко змінюються, така гнучкість є ключовою для успішної торговельної діяльності.

Маркет мейкінг є фундаментальною складовою фінансових ринків, забезпечуючи необхідну ліквідність та сприяючи здоровому ціноутворенню. У сфері криптовалют, де ринки характеризуються особливими викликами, роль маркет мейкерів стає ще більш значущою. Вони не тільки сприяють підтримці ринкової стабільності, але й допомагають у формуванні ринкової інфраструктури, що є важливим для тривалого розвитку та зрілості цієї швидкозростаючої індустрії.

3 РОЗРОБКА ТА ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ ТОРГОВОЇ СТРАТЕГІЇ МАРКЕТ МЕЙКІНГУ

Розробка та реалізація маркет мейкінгу на криптовалютному ринку вимагає інтеграції ряду ключових компонентів, що охоплюють технологічні, тактичні та стратегічні аспекти:

1) Торговельні платформи та інтерфейси API: Вибір та налаштування торговельних платформ, які надають доступ до ринків криптовалют через стабільні та надійні API. Це дозволяє автоматично обробляти великі обсяги даних та швидко виконувати замовлення.

2) Алгоритмічна торгівля: Розробка алгоритмів для автоматизації процесів прийняття рішень, здійснення аналізу ринку та виконання торгових операцій. Ці алгоритми повинні бути здатні адаптуватися до швидкозмінних умов ринку.

4) Ціноутворення та управління спредом: Розробка стратегій ціноутворення, що забезпечують конкурентоспроможний спред, максимізуючи прибутковість, але при цьому підтримуючи ліквідність ринку.

5) Аналіз ринку: Постійний моніторинг та аналіз ринкових тенденцій, волатильності, та ліквідності для адаптації стратегій маркет мейкінгу до поточних умов ринку.

6) Оперативне управління: Налагодження ефективних процесів для керування щоденними операціями, включаючи моніторинг систем, управління ліквідністю та виконання замовлень.

Успішна реалізація маркет мейкінгу на криптовалютному ринку вимагає інтегрованого підходу, який об'єднує передові технології, стратегічне планування, дотримання регулятивних стандартів та ефективне оперативне управління. Це дозволяє не тільки максимізувати прибутковість, але й сприяє здоровій і стабільній роботі криптовалютного ринку.

3.1 Основні обмеження стратегії та її імплементації в кваліфікаційній роботі

Темою даної роботи є огляд імплементації стратегії маркет мейкінгу. Ряд обмежень міститься у самій стратегії. Так як динаміка та непередбачуваність характерна для криптовалютних ринків, імплементація стратегії потребує додаткових обмежень:

1) Капітал трейдера. Капітал трейдера є обмеженим. Трейдер починає торгівельну сесію з нульової позиції, тобто не має придбаних активів до початку сесії. Ідеальним закінченням торгівельної сесії є вихід в нульову позицію, тобто до кінця сесії трейдер має продати всі активи, які були куплені протягом торгівельної сесії.

2) Очікуваний діапазон цін. Як і більшість стратегій, стратегія маркет мейкінгу очікує зміни цін лише в певному діапазоні.

3) Незалежність від програмних інтерфейсів. На ринку є достатньо технічних рішень, які надають API для реалізації програмних стратегій. Ряд рішень поставляється самими криптовалютними біржами, тобто власниками даних. Також існує безліч торгівельних платформ, які надають засоби автоматизації, починаючи від засобів написання торгових скриптів до вже розроблених ботів. З огляду на це, в роботі будуть розглянуті торгівельні алгоритми без зосередження на безпосередній реалізації.

4) Обмеженість торгівельної сесії. Криптовалютні ринки працюють в режимі 24/7 але для цілей даної кваліфікаційної роботи розглядатиметься добова торгівельна сесія.

5) Обмеження на розмір ордеру. Біржі встановлюють обмеження на мінімальний розмір окремого ордеру, що впливатиме на поведінку трейдера.

6) Обмеження на кількість розміщених лімітних ордерів. Біржі встановлюють обмеження на максимальну кількість ордерів, розміщених окремим трейдером, для обмеження навантаження на механізм співставлення ордерів.

7) Обмеження на кількість запитів до біржі. Біржі обмежують кількість запитів для зменшення навантаження на механізм співставлення ордерів.

3.2 Програмний аналіз вхідних даних

З огляду на обмеження, розглянуті в попередньому пункті, стратегію можливо описати як розміщення ордерів на купівлю та продаж в напрямку руху ВВО через певні міжордерні інтервали, що підкорюватиметься наступним принципам:

- ордери найкраще розміщувати кластерами (розміщення декількох ордерів за одне з'єднання);
- кількість розміщених ордерів повинна бути менша за максимально допустиму, встановлену біржою.

Так як єдиним змінним вхідним фактором виступатиме ціна, то фактично задача алгоритму – розміщувати ордери в напрямку руху ціни та видаляти розміщені ордери у випадку збільшення відстані до поточної ціни. Спрощено, ми можемо описати нашу стратегію за допомогою шаблону програмування «ланцюжок обов'язків», в якому кожна нова ринкова ціна оброблятиметься двома сутностями, одна з яких розміщуватиме ордери, а інша – видалятиме зайві, як показано на рисунку 3.1.

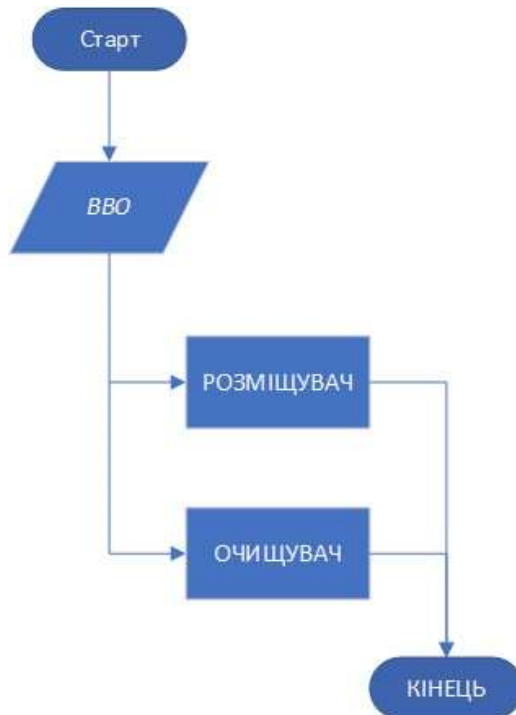


Рисунок 3.1 – Спрощений алгоритм стратегії маркет мейкінгу

Лістинг 3.1 – Псевдокод спрощеної стратегії маркет мейкінгу

```

СТАРТ стратегія маркет мейкінг
ОТРИМАТИ значення ВВО
ЗАПУСК розміщувач
ЗАПУСК очищувач
КІНЕЦЬ
  
```

Детально розпишемо, як функціонують розміщувач та очищувач.

3.2.1 Розміщення ордерів

Роль розміщувача полягатиме в розміщенні кластерів ордерів, при чому кількість поточних ордерів трейдера має бути менша за граничну. Враховуючи, що дії розміщувача та очищувача не повинні перетинатися, необхідно вибрати межі, на яких буде функціонувати кожний з них. Якщо позначити максимально допустиму біржою кількість розміщених ордерів за n_{max} , кількість ордерів, при якій спрацьовує очищувач за n_r , кількість що розміщує розміщувач n_p , а кількість ордерів в кластері n_c то вони мають відповідати умовам:

$$0 < n_p < n_r < n_{max} ;$$

$$n_r - n_p = n_c \quad ;$$

$$n_{max} - n_r = n_c \quad .$$

Вхідними даними в такому випадку можуть бути:

1) Ціна на момент входу трейдера на ринок (так як ВВО складається з двох цін, можливо обрати любую з них).

2) Міжордерний інтервал w .

3) Розмір ордеру s .

4) дозволена кількість ордерів n_{max} .

Також, необхідно враховувати, що після початкового розміщення ордерів по мірі руху лінії ВВО необхідно додавати ордери в зони розміщення як в напрямку руху лінії, так і проти руху лінії ВВО.



Рисунок 3.2 – Зони розміщення ордерів

Алгоритм передбачатиме:

- Відокремлення початкового розміщення ордерів

- Для подальшого розміщення, розділення логіки для зон в напрямку руху ВВО та проти напрямку руху ВВО
- В напрямку руху ВВО, розміщувати наступний кластер якщо відстань відстань між ВВО та крайнім ордером кластера менше за покриття кластера (добуток кількості ордері в кластері та міжордерного інтервалу)
- Проти напрямку руху ВВО, дорозміщувати ордери, якщо відстань від останнього ордера до ВВО менша за міжордерний інтервал

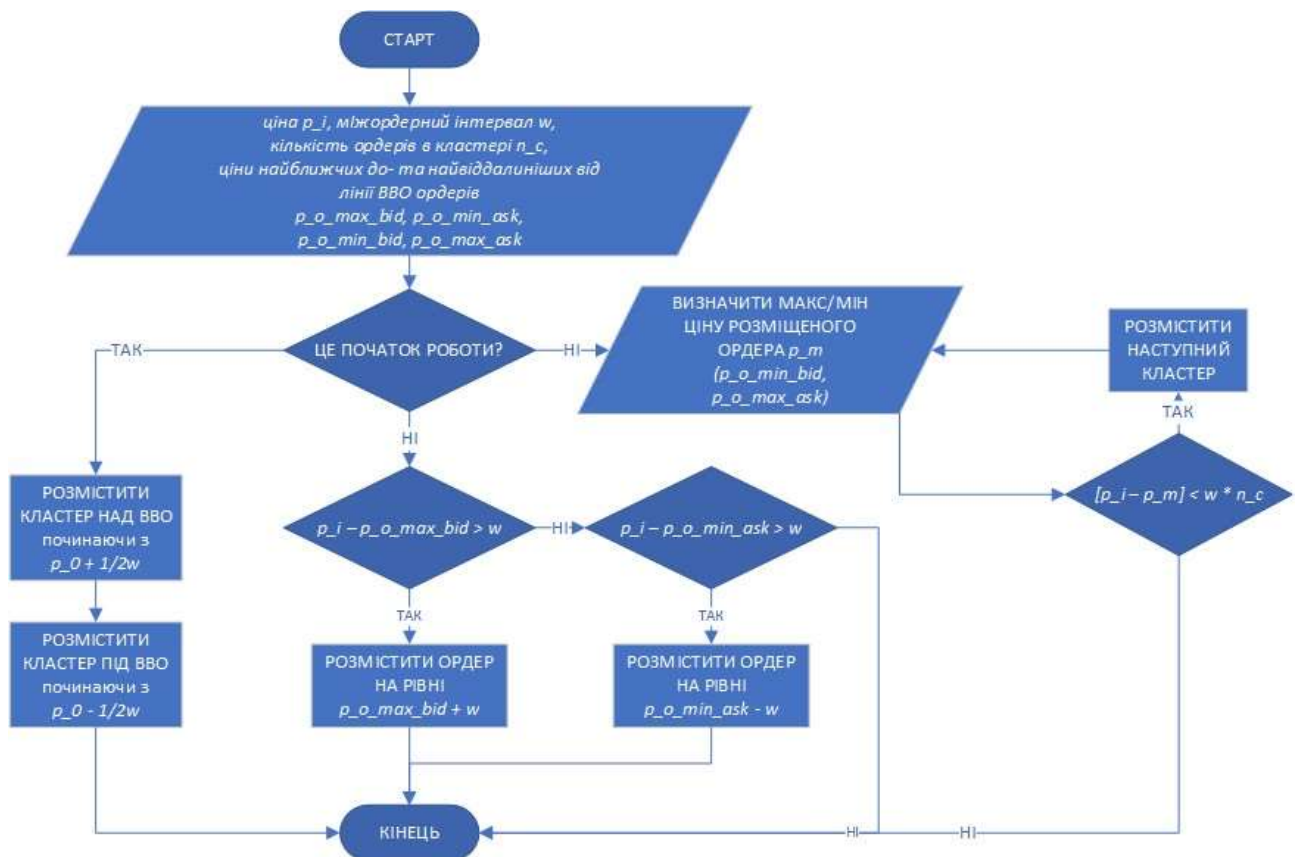


Рисунок 3.3 – Алгоритм дії розміщувача ордерів

Лістинг 3.2 – Псевдокод алгоритму дії розміщувача ордерів

```

СТАРТ алгоритм розміщувача ордерів
ОТРИМАТИ p_i, w, n_c, p_o_max_bid, p_o_min_ask, p_o_min_bid,
p_o_max_ask
ЯКЩО (початок роботи)
    ТО розмістити кластер з p_0 + 1/2w вверх
    ТО розмістити кластер з p_0 - 1/2w вниз
ІНАКШЕ
    ЯКЩО кількість ордерів над ВВО < n_c
  
```

```

    ТО розмістити кластер вверх
    ЯКЩО кількість ордерів під ВВО < n_c
        ТО розмістити кластер вниз
    ЯКЩО відстань від ВВО до найближчого ордера продажу > w
        ТО розмістити ордер продажу над ВВО
    ЯКЩО відстань від ВВО до найближчого ордера купівлі > w
        ТО розмістити ордер купівлі під ВВО
КІНЕЦЬ

```

3.2.2 Видалення ордерів

У випадку видалення (очищення) ордерів сутність очищувача оперує вже відомим масивом розміщених ордерів $n_o[]$. У випадку потрапляння кількості фактично розміщених ордерів n_o у зону відповідальності очищувача $n_o \geq n_p$ очищувач видалятиме ордери в напрямку проти руху лінії ВВО.

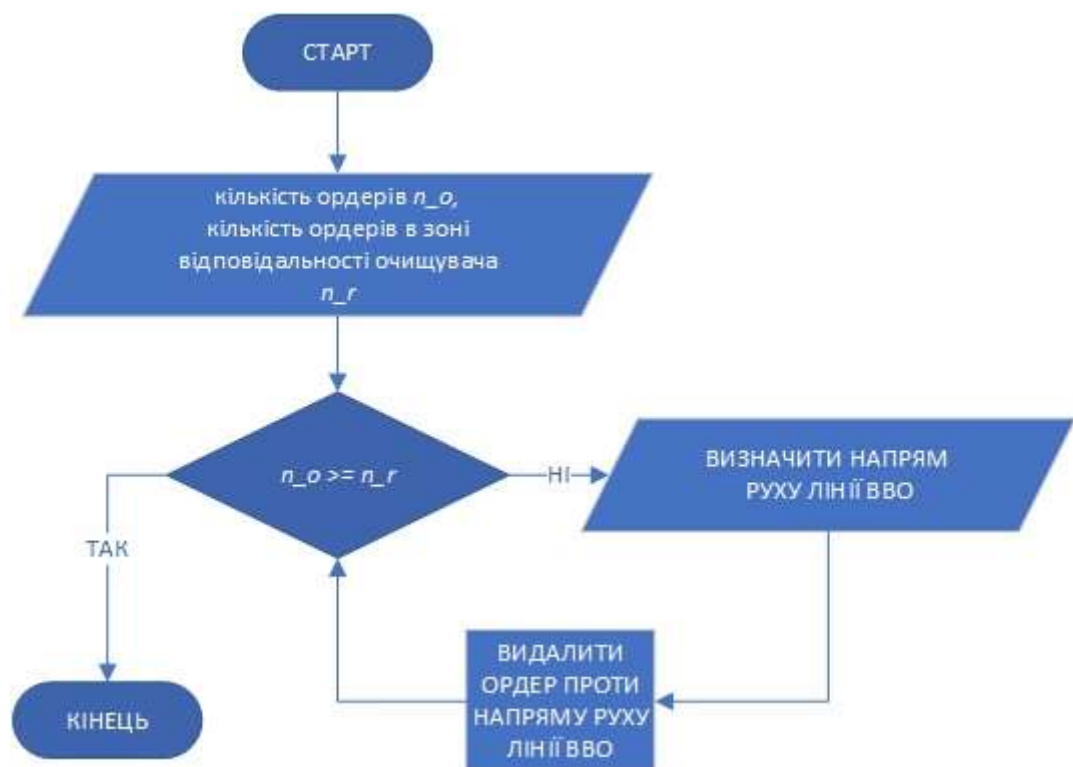


Рисунок 3.4 – Алгоритм дії очищувача ордерів

Лістинг 3.3 – Псевдокод алгоритму дії розміщувача ордерів

```

СТАРТ алгоритм очищувача ордерів
ОТРИМАТИ n_o, n_r
ПОКИ (n_o > n_r)

```

ТО визначити напрям руху лінії ВВО
ЯКЩО (вверх)
ТО видалити ордер на купівлю
ІНАКШЕ видалити ордер на продаж
КІНЕЦЬ

3.3 Алгоритмічний аналіз добової волатильності ринку

Стратегія маркет мейкінгу є однією з ключових торгових стратегій, особливо на фінансових ринках, таких як біржі акцій, криптовалют або ринки похідних інструментів. Ця стратегія полягає у створенні ринку для певного активу шляхом надання одночасних котирувань купівлі та продажу для забезпечення ліквідності та зменшення спредів (різниці між цінами купівлі та продажу).

Волатильність ринку є одним з основних понять у фінансах, що описує ступінь варіацій ціни активу за певний часовий період. Оцінка волатильності ринку є важливою частиною фінансового аналізу, особливо в контексті криптовалют та інших високоволатильних ринків. Цей підхід використовує математичні та статистичні моделі для вимірювання та прогнозування ступеня зміни цін активу протягом певного періоду часу.

В контексті стратегії маркет мейкінгу волатильність є бажаним фактором, так як дохід трейдера напряму залежить від кількості та глибини коливань. В таких умовах абсолютне значення середньоквадратичного відхилення від стартової ціна не несе корисної інформації для трейдера, адже фактично його цікавить дистанція, яку пройде ціна за весь проміжок часу до моменту повернення до початкового значення.



Рисунок 3.5 – Вікно торгового терміналу інструмента BTCUSDT біржі Binance

Наприклад, на рисунку 3.5. зображене вікно терміналу що відображає 2-хвилинну частину торгової сесії інструмента BTCUSDT біржі Binance 20 листопада з 18:12:30 до 18:14:30. Якщо трейдер починає торгувати о 18:12:30, в цьому інтервалі його цікавить торгівля до останнього моменту настання стартової ціни, щоб його торгова позиція була закрита. Тобто, якщо він почав торги на ціні 37446 (позначено синьою лінією), то його цікавить закінчення торгів на тій самій ціні (для даного інтервалу це 18:13:55, позначено жовтою лінією).

Потенційний дохід трейдера напряму залежить від того, яку дистанцію пройде значення ціни починаючи від стартової, до моменту останнього виходу на стартову ціну протягом торгової сесії. Значення середньоквадратичного відхилення не надає трейдеру інформації для прийняття рішення щодо здійснення інвестицій, так як ціна може переживати чисельні коливання в рамках певного часу. Тому можна оцінити волатильність, враховуючи фактичні значення цін та міжордерний інтервал (вартість мінімального кроку ціни).

Початковою ціною, яка слугуватиме точкою відліку, можна взяти любую з двох складових ВВО – кращу на даний момент ціну купівлі p_B або продажу p_A . Різницю між ними можна ігнорувати, так як зазвичай

$$w > p_A - p_B, \quad (3.1)$$

де w – міжордерний інтервал (крок ціни між ордерами трейдера),

p_A – ціна ордеру на продаж з мінімальною ціною,

p_B – ціна ордеру на купівлю з максимальною ціною.

Ціну першого розміщеного ордеру приймемо як значення початкової ціни.

$$p_{lo\ 0} = p_0 + \frac{1}{2} w, \quad (3.2)$$

де $p_{lo\ 0}$ – ціна першого розміщеного ордеру,

p_0 – початкова ціна, прийнята за точку відліку.

Для кожної події умовна ціна останнього розміщеного ордеру дорівнюватиме:

$$p_{lo\ i} = p_{lo\ i-1} + ((p_i - p_{lo\ i-1}) \% w), \quad (3.3)$$

де $p_{lo\ i}$ – ціна останнього розміщеного ордеру,

$p_{lo\ i-1}$ – ціна попередньо розміщеного ордеру,

p_i – ціна події.

Таким чином, дистанція, яку пройшла ціна, дорівнюватиме

$$d = \sum_{i=0}^n [p_i - p_{lo\ i-1}] \% w, \quad (3.4)$$

де d – значення дистанції, яку пройшла ціна.

Тобто сумі відхилень ціни події від ціни останнього розміщеного ордера для попередньої події.

Слід зауважити, що дистанція, яку пройшла ціна з моменту останнього випадку, при якому $p_i = p_0$ і до кінця торгової сесії, не цікавить трейдера в контексті стратегії маркет мейкінгу.

Врахувавши вартість мінімального кроку ціни та той факт, що для повернення інвестицій трейдеру необхідно здійснити як покупку так і продажу, тобто використати два міжордерних інтервали, формула доходу трейдера I складе:

$$I = \frac{sw}{2} \sum_{i=0}^n [p_i - p_{lo\ i-1}] \% w, \quad (3.5)$$

де s – розмір ордера.

Наприклад, застосувавши вказаний підхід до торгової сесії інструменту BTCUSDT біржі Binance з 21 листопада з 17:13:00 до 22 листопада 17:11:05, коли стартова ціна сесії дорівнювала останній ціні сесії, при значенні вартості мінімального кроку ціни 5 USDT/BTC дистанція складе 14791 кроків (3.4). При розмірі ордера 0,001 BTC, отримаємо розмір потенційного доходу 36,98 USDT (3.5).

3.4 Програмний підхід до оцінки та вибору між-ордерних інтервалів

Якщо позначити капітал трейдера за E , а необхідну кількість n_o ордерів для цінового діапазону, ми можемо знайти розмір окремого ордера. Так як капітал трейдера вимірюється у валюті котирування, а ордери розміщуються в базовій валюті (тобто, наприклад, для валютної пари BTCUSDT базовою валютою виступатиме BTC, а валютою котирування USDT), необхідно

розрахувати середню ціну валюти котирування в зоні торгівлі (найгірший прогнозований інтервал зміни ціни) трейдера:

$$p_{zone} \in [p_0; p_0 + \Delta p], \quad (3.6)$$

де p_{zone} – множина цін в зоні торгівлі найгіршого (найдорожчого) випадку,

p_0 – ціна початкової події,

Δp – прогнозоване максимальне відхилення ціни.

Тобто в найгіршому випадку стартова ціна p_0 буде найменшим значенням ціни в зоні торгівля трейдера.

Послідовність цін розміщення ордерів в такому випадку матиме вигляд арифметичної прогресії з початковим значенням p_0 та інтервалом w . Враховуючи, що в зоні p_{zone} можливо розмістити не більше ордерів, ніж

$$n_0 = \frac{\Delta p}{w}, \quad (3.7)$$

де n_0 – кількість ордерів.

Розрахуємо середню арифметичну ціну розміщеного ордера.

Суму n_0 обрахуємо як суму членів арифметичної прогресії, що виражається формулою

$$S_n = \sum_{i=0}^n a_i = \frac{2a_0 + d(n-1)}{2} n, \quad (3.8)$$

де S_n – сума n членів арифметичної прогресії,

a_i – член арифметичної прогресії з індексом i ,

a_0 – початковий член арифметичної прогресії

d – різниця арифметичної прогресії.

n – кількість членів арифметичної прогресії.

Зазначимо, що в нашому випадку в ролі a виступає p , $d = w$, а в ролі n виступає n_0 .

Відповідно, сума цін ордерів дорівнюватиме

$$S = \frac{2p_0 + w \left(\frac{\Delta p}{w} - 1\right)}{2} \frac{\Delta p}{w} = \frac{\Delta p (2p_0 + \Delta p - w)}{2w}, \quad (3.9),$$

а середня арифметична ціна дорівнюватиме

$$\bar{s}_0 = \frac{S}{n_0}. \quad (3.10)$$

Тепер можливо розрахувати розмір для окремого ордера як

$$s_0 = \frac{E}{n_0 \bar{s}_0} = \frac{E}{S} = \frac{2Ew}{\Delta p (2p_0 + \Delta p - w)}. \quad (3.11)$$

Як бачимо, трейдер має повний контроль над значенням w , тому з огляду на обмеження мінімального розміру ордеру, якщо розрахований розмір буде меншим за мінімальний, розмір ордера доведеться встановити рівним мінімальному розміру, а значення міжордерного інтервалу доведеться скоригувати.

Розраховані дані мають бути підтвержені бектестингом стратегії, про що ми поговоримо в пункті 3.6.

3.5 Програмна реалізація запобіжників стратегії

Фактично, для будь-якої стратегії при настанні несприятливих чинників є тільки 2 шляхи – припинення дії стратегії або її коригування. Основним обмеженням стратегії виступає пункт 3.2, тому має бути спроектований механізм запобігання. Алгоритм запобігання можливо представити наступним чином.

Щойно зміна ціна виходить за межі запланованого діапазону, необхідно прийняти рішення, чи стратегія продовжує діяти. Якщо капітал трейдера жорстко обмежений, найкращим рішенням буде припинення розміщення ордерів. У випадку, коли капітал не жорстко обмежений, є можливість внести зміни: дозволити стратегії працювати за межами попередньо визначеного діапазону цін, або адаптувати розміщувач.

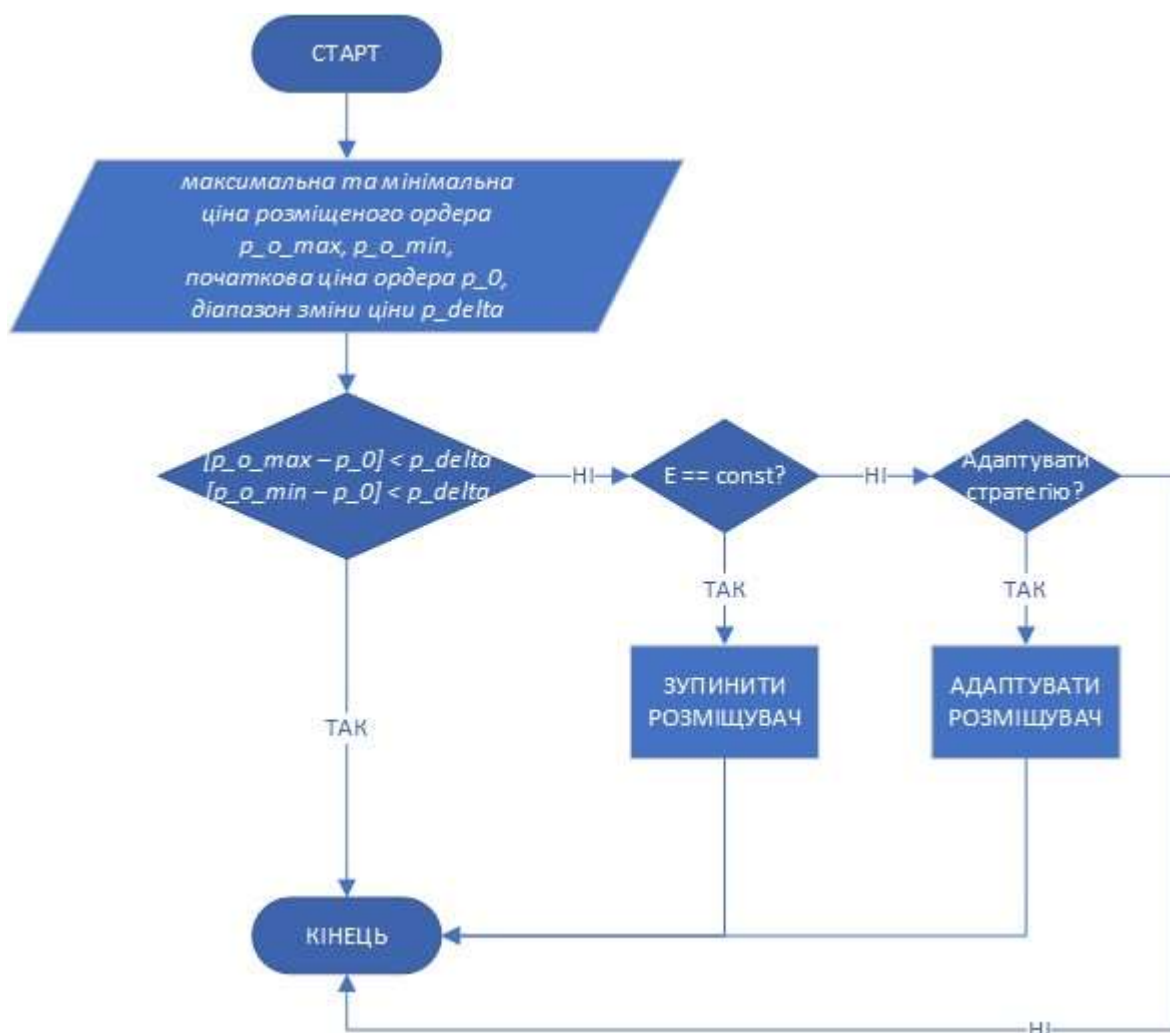


Рисунок 3.6 – Сценарії адаптації стратегії

Лістинг 3.4 – Псевдокод сценаріїв запобіжників

```

СТАРТ алгоритм сценаріїв запобіжників
ОТРИМАТИ p_o_max, p_o_min, p_0, delta_p
ЯКЩО ([p_o_max - p_0] < p_delta АБО [p_o_min - p_0] < p_delta)
    ЯКЩО (капітал обмежений)
        ТО зупинити розміщувач
    ІНАКШЕ ЯКЩО (підтвердження адаптації)
        ТО адаптувати розміщувач
КІНЕЦЬ
  
```

3.6 Бек-тестинг та оцінка стратегії

Розглянемо роботу побудованої стратегії на інструменті BTCUSDT криптовалютної біржі Binance з 21 листопада з 17:13:00 до 22 листопада 17:11:05.

Вихідні умови:

- капітал трейдера E – 10000 USDT
- діапазон цін Δp – 2000 USDT
- міжордерний інтервал w – 100 USDT
- стартова ціна p_0 1 BTC складає 36282 USDT

Розрахуємо вартість одного ордеру, використовуючи формулу (3.11):

$$s = \frac{2 \cdot 10000 \cdot 100}{2000 (2 \cdot 36282 + 2000 - 100)} = 0.01353$$

В результаті бектестингу алгоритму торгівлі спостерігалось 122 розміщень ордерів до виходу на нульове ордерів, розміщених з протилежних сторін (тобто кількість ордерів на купівлю дорівнює кількості ордерів на продаж). Таким чином, кожні 2 одиниці розміщень відповідають за купівлю та продаж 0,01353 BTC, при чому різниця в ціні купівлі та продажу складе $w = 100$ USDT. Дохід трейдера за кожну одиницю руху з нульовим сальдо складе $ws = 100 * 0,01353 = 1,353$ USDT.

Таким чином, дохід на всьому інтервалі даних складе $122/2 * 1,353 = 82$ USDT, що складає $10000/82 = 0,82\%$ від капіталу трейдера.

Якісна оцінка досягнутого трейдером результату можлива у порівнянні переваг і недоліків інших стратегій торгівлі.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Питання щодо охорони праці

Питання охорони праці в контексті криптовалютної торгівлі в основному стосується захисту психічного здоров'я та забезпечення безпечного та здорового робочого середовища для трейдерів та інших фахівців, що працюють у цій сфері. Основні аспекти цієї теми включають:

Питання охорони праці в контексті криптовалютної торгівлі в основному стосується захисту психічного здоров'я та забезпечення безпечного та здорового робочого середовища для трейдерів та інших фахівців, що працюють у цій сфері. Основні аспекти цієї теми включають запобігання психологічному стресу та вигорянню, а також дотримання комфорту та безпеки робочого місця.

Основним аспектом цього питання є запобігання психологічному стресу та вигорянню. Торгівля на криптовалютному ринку відкриває безліч можливостей, але одночасно несе в собі значний ризик психологічного стресу та вигоряння. Ці явища зумовлені унікальними характеристиками ринку, такими як висока волатильність, непередбачуваність, та 24/7 режим роботи. Вони можуть впливати як на особистісний, так і на професійний розвиток індивідуумів, що займаються торгівлею.

Як вже було зазначено криптовалютні ринки характеризуються різкими коливаннями цін, що можуть викликати сильні емоційні реакції, від ейфорії до глибокого розчарування. Під впливом сильних емоцій трейдери можуть приймати імпульсивні та ризиковані рішення, що загострює стрес та збільшує ризик збитків.

Непередбачуваність криптовалютних ринків може породжувати постійне відчуття невпевненості та тривоги, оскільки трейдерам важко прогнозувати ринкові тенденції.

Постійне адаптування стратегій під мінливі умови вимагає значних когнітивних зусиль та може спричинити психологічне виснаження.

Нескінченний цикл ринкової активності може вести до порушення балансу між роботою та особистим життям, що підвищує ризик вигорання. Постійний моніторинг ринку та готовність реагувати на будь-які зміни можуть призвести до хронічного стресу та розладів сну. Продовжене перебування в стані стресу може вести до виснаження емоційних ресурсів, відчуття втоми та зниження мотивації.

Психологічний стрес та вигорання в контексті криптовалютної торгівлі вимагають комплексного підходу до управління власними емоціями та стратегічного планування роботи. Важливо створити здорове робоче середовище, яке сприяє психологічному благополуччю та забезпечує інструменти та ресурси для ефективної роботи з мінімізацією стресу та ризику вигорання.

Дотримання режиму робочого дня, графіку роботи та відпочинку, та обов'язкових перерв для відпочинку та харчування є невід'ємною частиною створення безпечних умов праці.

Іншим аспектом питання цього підрозділу є питання безпеки та комфорту робочого місця. У контексті криптовалютної торгівлі, комфорт та безпека робочого місця набувають особливого значення, оскільки ця діяльність вимагає тривалого часу за комп'ютером та постійної концентрації уваги. Оптимізація робочого середовища допомагає знизити фізичний та психологічний дискомфорт, підвищує продуктивність та сприяє здоров'ю трейдера.

Особливої уваги потребують наступні питання:

1) Робоча станція та обладнання.

Належне облаштування робочої станції, включаючи ергономічне крісло та стіл, є критично важливим. Ергономічне крісло підтримує правильну поставу та зменшує навантаження на спину, тоді як стіл має бути належної висоти для комфортної роботи.

2) Розміщення монітора та клавіатури.

Монітор повинен бути розташований на рівні очей, щоб знизити напругу в шії. Клавіатура та миша повинні бути легкодоступними та зручними для запобігання проблемам з зап'ястями.

3) Освітлення та вентиляція.

Добре освітлення та ефективна вентиляція є важливими для створення здорового робочого середовища. Недостатнє освітлення може викликати втому очей, тоді як погана вентиляція може привести до головного болю та зниження концентрації.

Охорона праці в контексті криптовалютної торгівлі вимагає комплексного підходу, який охоплює як фізичні, так і психологічні аспекти здоров'я та безпеки трейдерів.

4.2 Питання щодо безпеки в надзвичайних ситуаціях

Безпека в надзвичайних ситуаціях включає комплекс заходів та процедур, які розроблені для забезпечення захисту людей, майна та навколишнього середовища в умовах різних видів надзвичайних подій. Ці події можуть включати природні катастрофи (такі як землетруси, урагани, повені), техногенні аварії (наприклад, вибухи, пожежі, витік хімічних речовин), а також соціальні кризи (терористичні атаки, масові заворушення).

Основні елементи безпеки в надзвичайних ситуаціях:

1) Попередження та прогнозування включає моніторинг та прогнозування потенційних надзвичайних ситуацій, наприклад, через сейсмічне спостереження, метеорологічні прогнози тощо.

2) Планування та підготовка включає розробку планів дій для різних типів надзвичайних ситуацій, що включає тренування персоналу, проведення навчань, підготовку обладнання та ресурсів.

3) Інформування громадськості та освіта – процес постійного інформування населення про потенційні ризики, а також навчання правилам поведінки в надзвичайних ситуаціях.

4) Швидке реагування – ефективна система реагування на надзвичайні ситуації, що включає оперативне викликання екстрених служб, координацію дій різних відомств.

5) Евакуація та розміщення постраждалих – організація евакуації людей з небезпечних зон та забезпечення тимчасового розміщення і базових потреб постраждалих (їжа, вода, медична допомога).

6) Відновлення після надзвичайних ситуацій – дії, спрямовані на відновлення пошкодженої інфраструктури, повернення до нормального життя, психологічна підтримка постраждалих.

7) Аналіз та висновки: оцінка ефективності дій під час надзвичайної ситуації та внесення корективів у плани і процедури на основі отриманого досвіду.

Безпека в надзвичайних ситуаціях значною мірою залежить від рівня підготовки та профілактичних заходів. Проведення регулярних тренувань та навчань, підготовка належних ресурсів, а також інформування населення є ключовими для зменшення ризиків та наслідків надзвичайних подій.

Сучасні технології грають значущу роль у покращенні безпеки в надзвичайних ситуаціях. Це включає використання систем спостереження та моніторингу, програмне забезпечення для управління кризами, а також мобільні застосунки для інформування та спілкування з громадськістю.

Забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях – це складний процес, який вимагає інтегрованого підходу, залучення різних відомств і організацій, а також активної участі громадськості.

4.3 Висновки щодо охорони праці та безпеки

В області охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях основоположним є розуміння, що ці аспекти вимагають комплексного підходу, орієнтованого на профілактику, підготовку, реагування та відновлення. Ефективність заходів охорони праці та безпеки в значній мірі залежить від

адекватної підготовки персоналу, наявності та використання відповідного обладнання та технологій, а також від розробки та втілення ефективних планів дій у випадку надзвичайних подій.

Забезпечення безпеки на робочому місці включає не тільки фізичний захист працівників від нещасних випадків та професійних захворювань, але й психологічний комфорт, створення умов для ефективної та безпечної праці. Це вимагає від організацій створення культури безпеки, де кожен співробітник усвідомлює свою роль та відповідальність у процесах охорони праці.

У контексті надзвичайних ситуацій, забезпечення безпеки переходить на більш складний рівень, де критичними є швидке та ефективне реагування, адекватна оцінка ризиків та управління цими ризиками. Ефективні системи реагування на надзвичайні ситуації, засновані на детально розроблених планах та процедурах, забезпечують зниження потенційних збитків та постраждалих.

Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях вимагають багатогранного підходу, який включає стратегічне планування, навчання та освіти, фізичні та технологічні засоби, а також культуру безпеки та відповідальності на всіх рівнях організації. Успішне впровадження цих компонентів сприяє не тільки попередженню надзвичайних подій, але й забезпечує ефективне управління цими ситуаціями, мінімізуючи їх вплив та сприяючи швидкому відновленню.

ВИСНОВКИ

Ця кваліфікаційна робота є дослідженням в області алгоритмічної реалізації стратегій маркет мейкінгу, які актуальні на динамічних і постійно змінюваних криптовалютних ринках. В центрі уваги дослідження знаходяться складні процеси, що лежать в основі автоматизації біржової торгівлі, з особливим акцентом на те, як ці процеси інтегровані у криптовалютні ринки та їхній вплив на стратегії маркет мейкінгу.

Перший розділ роботи детально описує ключові поняття, що стосуються криптовалютної торгівлі, зокрема визначення криптовалюти, характеристики криптовалютних бірж, різноманітні торгові стратегії, які використовуються у цій сфері. Висвітлені історія появи криптовалюти та основні аспекти, що стосуються ринкової торгівлі криптовалютами, надаючи читачеві всебічний огляд предмету дослідження.

У другому розділі праці автор проводиться детальний аналіз основних факторів, що впливають на формування та реалізацію стратегій у криптовалютній торгівлі. Основна увага приділена дослідженню ключових принципів, які стоять за різними торговими стратегіями, а також розглядаються різні види аналізу ринку, зокрема фундаментальний та технічний аналіз, і їхнє застосування. Стратегія маркет мейкінгу вивчається як особливий аспект, який займає важливе місце між фундаментальним та технічним аналізом, відіграючи роль ключового елемента в прийнятті рішень на криптовалютних ринках.

Третій розділ роботи присвячений розробці специфічного алгоритму маркет мейкінгу, який бере до уваги критичні ринкові фактори, такі як волатильність та ліквідність. Особливий акцент зроблено на здатності алгоритму адаптуватися до швидко змінюваних умов ринку і ефективно реагувати на непередбачувані та часто складні ринкові події. Автор докладно висвітлює процеси, що стоять за створенням алгоритму, та аналізує його потенційну ефективність у реальних умовах торгівлі.

В четвертому розділі висвітлені питання охорони праці та безпеки робочого місця в контексті торгівлі на криптовалютних ринках.

Стратегія маркет мейкінгу є перспективною стратегією криптовалютної торгівлі. При дотриманні властивих характерних для цієї стратегії меж та використанні запобіжників її практична реалізація може бути дієвим інструментом трейдера. Проектування запобіжників, в свою чергу потребує подальшого вивчення та детальної реалізації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ammous, Saifedean, "The Bitcoin Standard: The Decentralized Alternative to Central Banking", Wiley, 2018, ISBN: 1119473861.
2. Antonopoulos, Andreas, "Mastering Bitcoin: Unlocking Digital Cryptocurrencies", O'Reilly Media, 2015, ISBN: 1449374042.
3. Ardennes, Paul, "LET THE ROBOTS TRADE 4 U: Algorithmic trading", Independently published, 2021, ISBN: 1702838285.
4. Aziz, Andrew, "How to Day Trade for a Living: A Beginner's Guide to Trading Tools and Tactics, Money Management, Discipline and Trading Psychology", CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016, ISBN:9781535585958.
5. Bacidore, Jeffrey M, "Algorithmic Trading: A Practitioner's Guide", TBG Press, 2010, ISBN: 0956399207.
6. Bean, David, "Algorithmic Trading Systems: Advanced Gap Strategies for the Futures Markets", CreateSpace Independent Publishing Platform, 2015, ISBN: 1517414989.
7. Bendsorp, Laurens., "Automated Stock Trading Systems: A Systematic Approach for Traders to Make Money in Bull, Bear and Sideways Markets", Lioncrest Publishing, 2020, ISBN: 1544506015.
8. Burniske, Chris, Jack Tatar, "Cryptoassets: The Innovative Investor's Guide to Bitcoin and Beyond", McGraw Hill, 2017, ISBN: 1260026671.
9. Butler, Blake, "Automated Day Trading Strategies: Highly Profitable Algorithmic Trading Strategies for the Crypto and Forex Markets.", Blake Butler, 2022, ISBN: 1804341584.
10. Chan Phooi M'ng; Jacinta, "Algorithm Trading 101: Trading made simple for everyone", Independently published, 2021, ISBN: 9798704070009.
11. Chan, Ernest P., "Quantitative Trading: How to Build Your Own Algorithmic Trading Business", Wiley, 2021, ISBN: 1119800064.

12. Chan, Ernie, “Algorithmic Trading: Winning Strategies and Their Rationale”, Wiley, 2013, ISBN: 1118460146.

13. Clenow, Andreas F., “Trading Evolved: Anyone can Build Killer Trading Strategies in Python”, Independently published, 2019, ISBN: 109198378X.

14. Dale, Trader, “ORDER FLOW: Trading Setups (The Insider's Guide To Trading)”, Independently published, 2021, ISBN: 9798591281175.

15. Danial, Kiana, "Cryptocurrency Investing For Dummies", For Dummies (Business & Personal Finance), 2019, ISBN: 1119533031.

16. Davey, Kevin J, “Introduction To Algo Trading: How Retail Traders Can Successfully Compete With Professional Traders”, Independently published, 2018, ISBN: 1981038353.

17. Davey, Kevin J., “ALGO TRADING CHEAT CODES: Techniques For Traders To Quickly And Efficiently Develop Better Algorithmic Trading Systems”, Independently published, 2021, ISBN: 9798500391773.

18. Davey, Kevin J., “Building Winning Algorithmic Trading Systems”, Wiley, 2014, ISBN: 1118778987.

19. Donadio, Sebastien; Ghosh, Sourav, “Learn Algorithmic Trading: Build and deploy algorithmic trading systems and strategies using Python and advanced data analysis”, Packt Publishing, 2019, ISBN: 178934834X.

20. Drescher, Daniel, "Blockchain Basics: A Non-Technical Introduction in 25 Steps", Apress, 2017, ISBN:1484226038

21. Elrom, Elad, "The Blockchain Developer: A Practical Guide for Designing, Implementing, Publishing, Testing, and Securing Distributed Blockchain-based Projects", Apress, 2019, ISBN:1484248465.

22. Foster, Lyron, “The Algorithmic Trading Guide – How to Leverage Technology To Make Money In Finance Markets: Push your investing into overdrive. A complete beginner's guide. Includes Multiple Python Code Examples.”, Independently published, 2023, ISBN: 9798388657350.

23. Goodman, Glen, "The Crypto Trader: How anyone can make money trading Bitcoin and other cryptocurrencies", Harriman House, 2019, ISBN:0857197177.

24. Grimes, Adam, "The Art & Science of Technical Analysis", Wiley, 2019, ISBN: 1118115120.

25. Halsey, "Trading the Measured Move: A Path to Trading Success in a World of Algos and High Frequency Trading", Wiley, 2013, ISBN: 1118251830.

26. Harris, Larry, "Trading and Exchanges: Market Microstructure for Practitioners", Oxford University Press, 2002, ISBN: 0195144708.

27. Hilpisch, Yves, "Python for Algorithmic Trading: From Idea to Cloud Deployment", O'Reilly Media, 2020, ISBN: 149205335X.

28. Horsley, Michael, "CRYPTOCURRENCY: The Complete Basics Guide For Beginners. Bitcoin, Ethereum, Litecoin and Altcoins, Trading and Investing, Mining, Secure and Storing, ICO and Future of Blockchain and Cryptocurrencies", CreateSpace Independent Publishing Platform, 2017, ISBN: 1981309772.

29. Johnson, Andrew, "Stock Market: How to Invest and Trade in the Stock Market Like a Pro: Stock Market Trading Secrets Paperback", House of Books, 2021, ISBN: 1914513053.

30. Johnson, Barry, "Algorithmic Trading and DMA: An introduction to direct access trading strategies", 4Myeloma Press, 2010, ISBN: 0956399207.

31. Kaufman, Perry J., "A Guide to Creating A Successful Algorithmic Trading Strategy", Wiley Trading, 2016, ISBN: 1119224748.

32. Kissell, Robert, "The Science of Algorithmic Trading and Portfolio Management: Applications Using Advanced Statistics, Optimization, and Machine Learning Techniques", Academic Press, 2013, ISBN: 0124016898.

33. Knittle, German, "The World Of Cryptocurrency: The Everything Guide To Investing In Cryptocurrency", Independently published, 2022, ISBN:979-8799989491.

34. Lewis, Antony, "The Basics of Bitcoins and Blockchains: An Introduction to Cryptocurrencies and the Technology that Powers Them", Mango, 2021, ISBN:1642506737.

35. Martinez, Ryan, "Cryptocurrency Trading: The Ultimate Guide for Beginners to Start Investing in Bitcoin, Ethereum, Litecoin and Altcoins in 2021 and Beyond", Chasecheck Ltd, 2021, ISBN:1914271173

36. McAllen, Liam, "Stock Market Investing for Beginners: 2 Books in 1, Charting and Technical Analysis+ Cryptocurrency Investing", Liam McAllen, 2022, ISBN: 1803036672.

37. McCall, Andrew Roger, "Stock Market Investing & Trading for Beginners: 2 in 1: The Comprehensive Guide on How to Start Trading and Make Profitable Investments to Achieve Your Financial Independence and Avoid Common Mistakes", Independently published, 2021, ISBN: 979850760598908.

38. Moon-King, Crypto-Bot, "Crypto Trading Bots; Auto-pilot your Crypto Wallet Investments, Cryptocurrency Trading, Staking in Bitcoin, Altcoins, Ethereum & Stablecoins: Algorithmic Trading System for True Passive Income", Crypto Trading Bot, 2022, ISBN:191500215X.

39. Narang, Rishi K., "Inside the Black Box: A Simple Guide to Quantitative and High-Frequency Trading", Wiley, 2013, ISBN: 1118362411.

40. Neufeind, Marvin, Marcin Kacperczyk, "Cryptocurrencies – A Trader's Handbook: A Complete Guide On How To Trade Bitcoin and Altcoins", Independently published, 2018, ISBN: 1981045007.

41. Nison, Steve, "Japanese Candlestick Charting Techniques: A Contemporary Guide to the Ancient Investment Techniques of the Far East", New York Institute of Finance, 1991, ISBN: 0139316507.

42. Press, Investors, "Algorithmic Trading: Step-By-Step Guide to Develop Your Own Winning Trading Strategy Using Financial Machine Learning Without Having to Learn Code", Muze Publishing, 2023, ISBN: 180421180X.

43. Pruitt, George, "The Ultimate Algorithmic Trading System Toolbox + Website (Wiley Trading)", Wiley, 2016, ISBN: 111909657X.

44. Rajpurohit, Arvind, "Algo Trading : Insider Techniques for Profitable Trades", Independently published, 2023, ISBN: 979-8396429499.

45. Russo, Camila, "The Infinite Machine: How an Army of Crypto-hackers Is Building the Next Internet with Ethereum", Harper Business, 2020, ISBN:0062886142

46. Tapscott, Alex; Tapscott, Don, "Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin and Other Cryptocurrencies is Changing the World", Portfolio Penguin, 2016, ISBN: 0241237858.

47. Van Der Post, Hayden, "Algorithmic Trading: From Code to Cash: Algos. bots & profits: Your comprehensive guide to building trading algorithms (Modern Quant)", Independently published, 2023, ISBN:979-8864349229.

48. Wayne, Jordan, "Algorithmic Trading:: Comprehensive Beginners Guide To Making Money Every Month Algo Trading", Independently published, 2018, ISBN:1720272697.

49. Weiss, David M., "After the Trade is Made: Processing Securities Transactions, Second Edition", Prentice Hall Press, 1993, ISBN: 0131776010.

50. Zuckerman, Gregory, "The Man Who Solved the Market: How Jim Simons Launched the Quant Revolution", Portfolio, 2019, ISBN: 073521798X.

ДОДАТКИ

**Довповідь на тему «Оцінка волатильності ринку в контексті стратегії
торгівлі макет мейкінгу»**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)
Університет імені П'єра і Марії Кюрі (Франція)
Маріборський університет (Словенія)
Технічний університет у Кошице (Словаччина)
Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса (Литва)
Міжнародний університет цивільної авіації (Марокко)
Наукове товариство ім. Т.Шевченка

**АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ
СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Збірник
тез доповідей**

**ХІІ Міжнародної науково-практичної
конференції молодих учених та студентів
6-7 грудня 2023 року**



**УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2023**

УДК 336.7

А. В. Радченко, К. Б. Швирло

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОЦІНКА ВОЛАТИЛЬНОСТІ РИНКУ В КОНТЕКСТІ СТРАТЕГІЇ ТОРГІВЛІ МАРКЕТ-МЕЙКІНГУ

A. Radchenko, K. Shvyrlo

ASSESSMENT OF MARKET VOLATILITY IN THE CONTEXT OF MARKET-MAKING TRADING STRATEGY

Стратегія маркет-мейкінгу є однією з ключових торгових стратегій, особливо на фінансових ринках, таких як біржі акцій, криптовалюти або ринки похідних інструментів. Ця стратегія полягає у створенні ринку для певного активу шляхом надання одночасних котирувань купівлі та продажу для забезпечення ліквідності та зменшення спредів (різниці між цінами купівлі та продажу).

Волатильність ринку є одним з основних понять у фінансах, що описує ступінь варіацій ціни активу за певний часовий період. Оцінка волатильності ринку є важливою частиною фінансового аналізу, особливо в контексті криптовалют та інших високоволатильних ринків. Цей підхід використовує математичні та статистичні моделі для вимірювання та прогнозування ступеня зміни цін активу протягом певного періоду часу.

В контексті стратегії маркет-мейкінгу волатильність є бажаним фактором, так як дохід трейдера напряму залежить від кількості та глибини коливань. В таких умовах абсолютне значення середньоквадратичного відхилення від стартової ціни не несе корисної інформації для трейдера, адже фактично його цікавить дистанція, яку пройде ціна за весь проміжок часу до моменту повернення до початкового значення.

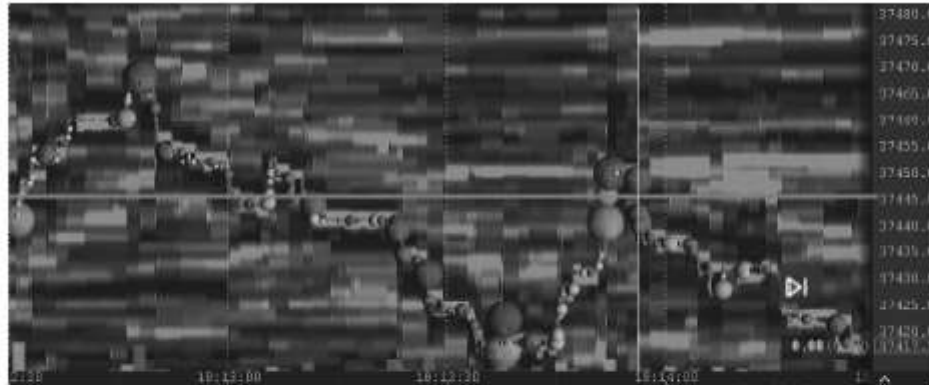


Рисунок 1. Вікно торгового терміналу інструмента BTCUSDT біржі Binance

Наприклад, на рисунку 1 зображена вікно терміналу що відображає 2-хвилинну частину торгової сесії інструменту BTCUSDT біржі Binance 20 листопада з 18:12:30 до 18:14:30. Якщо трейдер починає торгувати о 18:12:30, в цьому інтервалі його цікавить торгівля до останнього моменту настання стартової ціни, щоб його торгова позиція була закрита. Тобто, якщо він почав торги на ціні 37446 (позначено синьою лінією), то його цікавить закінчення торгів на тій самій ціні (для даного інтервалу це 18:13:55, позначено жовтою лінією).

Потенційний дохід трейдера напряму залежить від того, яку дистанцію пройде значення ціни починаючи від стартової, до моменту останнього виходу на стартову ціну протягом торгової сесії. Значення середньоквадратичного відхилення не надає трейдеру інформації для прийняття рішення щодо здійснення інвестицій, так як ціна може переживати чисельні коливання в рамках певного часу. Тому можна оцінити волатильність, враховуючи фактичні значення цін та міжордерний інтервал (вартість мінімального кроку ціни). Використаємо позначення:

n – кількість подій зміни ціни;

i – індекс події;

p_i – ціна події;

w – вартість мінімального кроку ціни;

p_{i0} – умовна ціна останнього розміщеного ордеру. Ціну першого розміщеного ордеру приймемо як значення початкової ціни $p_{i0} = p_0$. Для кожної події умовна ціна останнього розміщеного ордеру дорівнюватиме $p_{i0} = p_{i0, k-1} + ((p_i - p_{i0, k-1}) \% \square)$.

Таким чином, дистанція, яку пройшла ціна, дорівнюватиме

$$d = \sum_{i=0}^n [p_i - p_{i0, i-1}] \% w \quad (1),$$

тобто сумі відхилень ціни події від ціни останнього розміщеного ордеру для попередньої події.

Слід зауважити, що дистанція, яку пройшла ціна з моменту останнього випадку, при якому $p_i = p_0$ і до кінця торгової сесії, не цікавить трейдера в контексті стратегії маркет-мейкінгу.

Враховавши вартість мінімального кроку ціни та той факт, що для повернення інвестицій трейдеру необхідно здійснити як покупку так і продажу, тобто використати два міжордерних інтервали, формула потенційного I доходу трейдера складе

$$I = \frac{rw}{2} \sum_{i=0}^n [p_i - p_{i0, i-1}] \% w \quad (2),$$

де r – розмір ордеру.

Застосувавши вказаний підхід до торгової сесії інструменту BTCUSD на біржі Binance з 21 листопада з 17:13:00 до 22 листопада 17:11:05, коли стартова ціна сесії дорівнювала останній ціні сесії, при значенні вартості мінімального кроку ціни 5 USD/BTC дистанція складе 14791 кроків (1). При розмірі ордеру 0,001 BTC, отримаємо розмір потенційного доходу 36,98 USD (2).

- | | | |
|-----|---|-----|
| 31. | П. Б. Криса, Х. Ю. Кравченко
ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ ЗБЕРІГАННЯ М'ЯСНОЇ СИРОВИНИ
УПАКОВАНОЇ ПІД ВАКУУМОМ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА
КОНСЕРВІВ | 304 |
| 32. | В. І. Гудь, І. Б. Роган, О. І. Вічко
ЗАКВАСКИ З КИСЛОМОЛОЧНИМИ БАКТЕРІЯМИ ДЛЯ ЖИТНЬОГО
ХЛІБА | 305 |
| 33. | Н. З. Когут, Р. О. Мультав, О. І. Вічко
ВИКОРИСТАННЯ ФЕРМЕНТІВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ХЛІБА | 306 |
| 34. | В. Р. Козловський
АКТУАЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ РОСЛИННИХ ХАРЧОВИХ
ДОБАВОК ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ОКИСЛЕННЯ У
ЖИРОВІСНИХ ПРОДУКТАХ | 307 |

СЕКЦІЯ: ЕКОНОМІЧНІ ТА СОЦІАЛЬНІ АСПЕКТИ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

- | | | |
|-----|---|-----|
| 1. | В. П. Гуменна
ЗОВНІШНЄ САМОВИРАЖЕННЯ ЯК ВІДОБРАЖЕННЯ ЕМОЦІЙНОГО
СТАНУ ЖІНКИ | 308 |
| 2. | А. В. Радченко, К. Б. Швирло
ОЦІНКА ВОЛАТИЛЬНОСТІ РИНКУ В КОНТЕКСТІ СТРАТЕГІЇ
ТОРГІВЛІ МАРКЕТ-МЕЙКІНГУ | 310 |
| 3. | М. В. Дживак
ПРОФЕСІЙНА САМОРЕАЛІЗАЦІЯ ЖІНКИ, ЯК АСПЕКТ
БЛАГОПОЛУЧЧЯ СІМ'Ї | 312 |
| 4. | Н. Таванець, Павло Дудкін
ПРОК'ЮРЕМЕНТ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ МЕХАНІЗМ РЕГУЛЮВАННЯ
ЗАКУПШВЕЛЬ | 314 |
| 5. | Д. В. Кропива, І. Ю. Крамар
ЕКСПОРТНИЙ ПОТЕНЦІАЛ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ | 315 |
| 6. | В. В. Вишньовський, Л. В. Омельчук
ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ САМОСВІДОМОСТІ ОСОБИСТОСТІ
СТУДЕНТІВ-ПСИХОЛОГІВ | 317 |
| 7. | В. В. Вишньовський, М. З. Корінь
ЕМОЦІЙНЕ СЕРЕДОВИЩЕ ДІТЕЙ ДОШКІЛЬНОГО ВІКУ ЯК ЧИННИК
ПСИХІЧНОГО РОЗВИТКУ | 319 |
| 8. | В. В. Вишньовський, Л. В. Мальована
ВПЛИВ МІКРОКЛІМАТУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТРУДОВОГО
КОЛЕКТИВУ | 321 |
| 9. | В. Рудак
ВПЛИВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА ГАЛУЗЬ ІНФОРМАЦІЙНИХ
СИСТЕМ І ТЕХНОЛОГІЙ В УПРАВЛІННІ | 323 |
| 10. | В. В. Вишньовський, Т. В. Черній
ФОРМУВАННЯ СВІДОМОГО БАТЬКІВСТВА ЯК ОСОБИСТІСНОЇ
СТРАТЕГІЇ В ЮНАЦЬКОМУ ВІЦІ | 324 |
| 11. | І. І. Стойко, А. В. Поливола
МАШИННЕ НАВЧАННЯ ТА СПОСОБИ ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ | 326 |

**Довповідь на тему «Оцінка волатильності ринку в контексті стратегії
торгівлі макет мейкінгу»**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ**

МАТЕРІАЛИ

**XI НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ,
СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ»**



13-14 грудня 2023 року

**ТЕРНОПІЛЬ
2023**

УДК 336.7

Радченко А.В., Швирло К.Б., аспірант

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ОЦІНКА ВОЛАТИЛЬНОСТІ РИНКУ В КОНТЕКСТІ СТРАТЕГІЇ ТОРГІВЛІ MARKET-МЕЙКІНГУ

Radchenko Andriy, Shvyrlo Kostantyn, graduate student

ASSESSMENT OF MARKET VOLATILITY IN THE CONTEXT OF MARKET- MAKING TRADING STRATEGY

Стратегія маркет-мейкінгу є однією з ключових торгових стратегій, особливо на фінансових ринках, таких як біржі акцій, криптовалют або ринки похідних інструментів. Ця стратегія полягає у створенні ринку для певного активу шляхом надання одночасних котирувань купівлі та продажу для забезпечення ліквідності та зменшення спредів (різниці між цінами купівлі та продажу).

Волатильність ринку є одним з основних понять у фінансах, що описує ступінь варіації ціни активу за певний часовий період. Оцінка волатильності ринку є важливою частиною фінансового аналізу, особливо в контексті криптовалют та інших високоволатильних ринків. Цей підхід використовує математичні та статистичні моделі для вимірювання та прогнозування ступеня зміни цін активу протягом певного періоду часу.

В контексті стратегії маркет-мейкінгу волатильність є бажаним фактором, так як дохід трейдера напряму залежить від кількості та глибини коливань. В таких умовах абсолютне значення середньоквадратичного відхилення від стартової ціна не несе корисної інформації для трейдера, адже фактично його цікавить дистанція, яку пройде ціна за весь проміжок часу до моменту повернення до початкового значення.

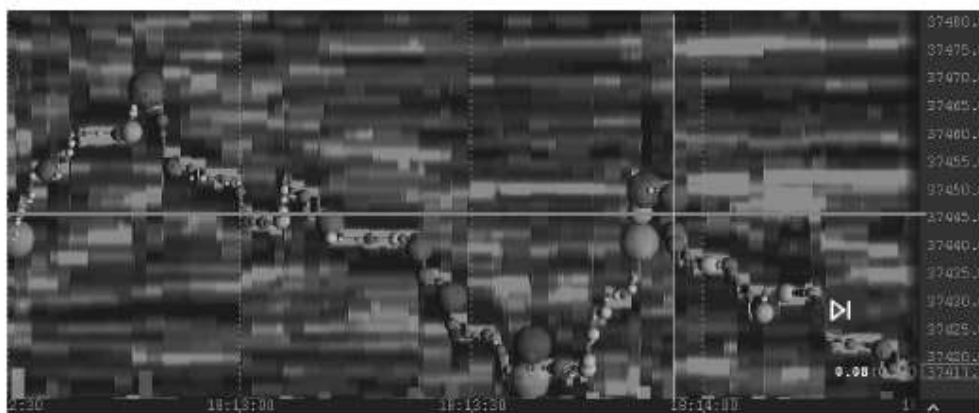


Рисунок 1. Вікно торгового терміналу інструмента BTCUSDT біржі Binance

Наприклад, на рисунку 1 зображена вікно терміналу що відображає 2-хвилинну частину торгової сесії інструменту BTCUSDT біржі Binance 20 листопада з 18:12:30 до 18:14:30. Якщо трейдер починає торгувати о 18:12:30, в цьому інтервалі його цікавить торгівля до останнього моменту настання стартової ціни, щоб його торгова позиція була закрита. Тобто, якщо він почав торги на ціні 37446 (позначено синьою лінією), то його цікавить закінчення торгів на тій самій ціні (для даного інтервалу це 18:13:55, позначено жовтою лінією).

Потенційний дохід трейдера напряму залежить від того, яку дистанцію пройде значення ціни починаючи від стартової, до моменту останнього виходу на стартову ціну протягом торгової сесії. Значення середньоквадратичного відхилення не надає трейдеру інформації для прийняття рішення щодо здійснення інвестицій, так як ціна може переживати чисельні коливання в рамках певного часу. Тому можна оцінити волатильність, враховуючи фактичні значення цін та міжордерний інтервал (вартість мінімального кроку ціни). Використаємо позначення:

n – кількість подій зміни ціни;

i – індекс події; p_i – ціна події;

w – вартість мінімального кроку ціни;

p_{lo} – умовна ціна останнього розміщеного ордеру. Ціну першого розміщеного ордеру приймемо як значення початкової ціни $p_{lo\ 0} = p_0$. Для кожної події умовна ціна останнього розміщеного ордеру дорівнюватиме $p_{lo\ i} = p_{lo\ k-i} + ((p_i - p_{lo\ i-1}) \% w)$.

Таким чином, дистанція, яку пройшла ціна, дорівнюватиме

$$d = \sum_{i=0}^n [p_i - p_{lo\ i-1}] \% w \quad (1).$$

тобто сумі відхилень ціни події від ціни останнього розміщеного ордеру для попередньої події.

Слід зауважити, що дистанція, яку пройшла ціна з моменту останнього випадку, при якому $p_i = p_0$ і до кінця торгової сесії, не цікавить трейдера в контексті стратегії маркет-мейкінгу.

Враховавши вартість мінімального кроку ціни та той факт, що для повернення інвестицій трейдеру необхідно здійснити як покупки так і продажу, тобто використати два міжордерних інтервали, формула потенційного I доходу трейдера складе

$$I = \frac{rw}{2} \sum_{i=0}^n [p_i - p_{lo\ i-1}] \% w \quad (2).$$

де r – розмір ордеру.

Застосувавши вказаний підхід до торгової сесії інструменту BTCUSDT біржі Binance з 21 листопада з 17:13:00 до 22 листопада 17:11:05, коли стартова ціна сесії дорівнювала останній ціні сесії, при значенні вартості мінімального кроку ціни 5 USDT/BTC дистанція складе 14791 кроків (1). При розмірі ордеру 0,001 BTC, отримаємо розмір потенційного доходу 36,98 USDT (2).

Література

1. Стратегии маркет-мейкінга. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.academia.edu/5825522/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D0%B8%D0%B8_%D0%BC%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%B5%D1%82_%D0%BC%D0%B5%D0%B9%D0%BA%D0%B8%D0%BD%D0%B3%D0%B0

2. Market Maker Definition: What It Means and How They Make Money. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.investopedia.com/terms/m/marketmaker.asp>

Радченко А.В., Швырло К.Б. ОЦІНКА ВОЛАТИЛЬНОСТІ РИНКУ В КОНТЕКСТІ СТРАТЕГІЇ ТОРГІВЛІ MARKET- МЕЙКІНГУ Radchenko Andriy, Shvyrlo Kostantyn ASSESSMENT OF MARKET VOLATILITY IN THE CONTEXT OF MARKET-MAKING TRADING STRATEGY	103
Дмитро Романко ОРГАНІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЕРЖАВНОЇ ПОДАТКОВОЇ ІНСПЕКЦІЇ Dmytro Romanko ORGANIZATION OF INFORMATION SUPPORT OF THE STATE TAX INSPECTION	105
Л. Сава РОЗРОБЛЕННЯ АЛГОРИТМІВ НЕСИМЕТРИЧНОГО ШИФРУВАННЯ ДЛЯ МОБІЛЬНИХ ЗАСОБІВ ЗВ'ЯЗКУ L. Sava DEVELOPMENT OF ASYMMETRIC ENCRYPTION ALGORITHMS FOR MOBILE COMMUNICATIONS	106
П.Ю. Самуляк; Р.А.Ткачук МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗОРОВОГО АНАЛІЗАТОРА ШЛЯХОМ РЕЄСТРАЦІЇ ЕЛЕКТРОРЕТИНОГРАМИ ОКА ЛЮДИНИ P.Y.Samulyak; R.A. Tkachuk METHODS AND MEANS OF STUDYING THE VISUAL ANALYZER THROUGH REGISTRATION OF THE ELECTRORETINOGRAM OF THE HUMAN EYE	108
Сарабун В.-Д. А., Стрембіцька О.І., Яворська Є.Б. ВПЛИВ СТРЕС-ФАКТОРУ НА СТАН СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ В СТОМАТОЛОГІЇ D.-V. Sarabun, O. Strembitska, Yavorska E. INFLUENCE OF THE STRESS FACTOR ON THE CONDITION OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM IN DENTISTRY	109
М.В. Онаї, А.І. Северін МОДИФІКОВАНИЙ ПІДХІД ДЛЯ ПОБУДОВИ МАТРИЦІ МІЖБАЗИСНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ У $GF(p^m)$ M.V. Onai, A.I. Severin MODIFIED APPROACH FOR CONSTRUCTING THE CHANGE-OF-BASIS MATRIX IN $GF(p^m)$	110
А. Семак, С.-З. Хома, Г. Козбур ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ СМАРТ-КОНТРАКТІВ ДЛЯ ВИБОРЧИХ ПРОЦЕСІВ A. Semak, S.-Z. Khoma, H. Kozbur INFORMATION SYSTEMS OF SMART CONTRACTS FOR ELECTION PROCESSES	111
В.О. Семенов, Я.В. Литвиненко ОГЛЯД МЕТОДІВ ЗАХИСТУ ТЕКСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ V.O. Semenyuk, Ya.V. Lytvunenko OVERVIEW OF TEXT INFORMATION PROTECTION METHODS	112
В. Серьогін, Б. Млинко ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ СУПРОВІД ІНКЛЮЗИВНОГО НАВЧАННЯ V. Serohin, B. Mlynko INFORMATION TECHNOLOGICAL SUPPORT OF INCLUSIVE EDUCATION	113
Склярєва Н.Р., Миськевич В.М., Склярєв Р.А., Шанайда В.В. ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ОБЛІКУ РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВА Skliarova N., Myskevych V. Skliarov R., Shanaida V. DEVELOPMENT OF THE INFORMATION SYSTEM FOR ACCOUNTING THE WORK OF THE ENTERPRISE	114