

Міністерство освіти і науки України  
 Національний технічний університет  
 «Дніпровська політехніка»

**Інститут електроенергетики**  
**Факультет інформаційних технологій**  
**Кафедра системного аналізу та управління**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

**кваліфікаційної роботи**

**ступеня бакалавра**

(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

галузь знань **12 Інформаційні технології**

(шифр і назва галузі знань)

спеціальність **124 Системний аналіз**

(код і назва напряму спеціальності)

на тему: **«Статистичні методи та моделі ринку криптовалют»**

Виконавець: студент 4 курсу, групи **124-19-1**

Луценко О.В.

(підпис) (прізвище та ініціали)

| Керівники                              | Прізвище,<br>ініціали               | Оцінка за шкалою |               | Підпис |
|--|-------------------------------------|------------------|---------------|--------|
|  |                                     | рейтинговою      | інституційною |        |
| кваліфікаційної<br>роботи              | д.т.н., професор<br>Молоканова В.М. |                  |               |        |
| розділів:                              |                                     |                  |               |        |
| Інформаційно-<br>аналітичний<br>розділ | д.т.н., професор<br>Молоканова В.М. |                  |               |        |
| Спеціальний<br>розділ                  | д.т.н., професор<br>Молоканова В.М. |                  |               |        |
| Рецензент                              | д.т.н., професор<br>Петренко В.О.   |                  |               |        |
| Нормоконтролер                         | к.ф.-м.н., доц.<br>Хом'як Т.В.      |                  |               |        |

Дніпро  
2023

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

ЗАТВЕРДЖЕНО:  
завідувач кафедри  
системного аналізу та управління  
(повна назва)  
\_\_\_\_\_ проф. Желдак Т.А.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 року

**ЗАВДАННЯ**  
на кваліфікаційну роботу  
ступеня бакалавра  
(назва рівня вищої освіти)

студента 124-19-1 \_\_\_\_\_ Луценко О.В.  
(група) (прізвище та ініціали)

**Тема кваліфікаційної роботи: «Статистичні методи та моделі ринку криптовалют»**

затверджена наказом ректора НТУ "Дніпровська політехніка" № 350-с від 16.05.2023

| Розділ                          | Зміст  | Термін виконання |
|---------------------------------|--|------------------|
| Інформаційно-аналітичний розділ | Проаналізувати особливості та проблеми ринку криптовалют, методи розробки прогнозів, вивчити досвід прогнозування розвитку ринку криптовалют на підставі літературних джерел, практику поводження на ринку криптовалют в Україні.  | 10.05.2023 р.    |
| Спеціальний розділ              | Застосувати системний підхід до моделювання розвитку ринку криптовалют. Проаналізувати результати моделювання з реальними показниками вартості валют на міжнародних ринках. Визначити пріоритетні напрямки в системах продажу криптовалют через он-лайн платформи. Зробити висновки. | 25.05.2023 р.    |

Завдання видала \_\_\_\_\_ проф. Молоканова В.М.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ студ. Луценко О.В.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

Дата видачі завдання: 05.01.2023 р.

Термін подання дипломної роботи до ДЕК 05.06.2023 р.

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 69 с., рис. 32, табл. 2, джерел 23, додатків 3.

*Об'єктом дослідження* в даній роботі є ринок криптовалют як глобальна економічна система, яка з'явилася і розвивається завдяки використанню криптографії і блокчейн технологій.

*Предметом дослідження* є статистичні методи та моделі, які використовуються для аналізу та прогнозування поведінки ринку криптовалют.

*Метою кваліфікаційної роботи* є вивчення особливостей ринку криптовалют, та застосування статистичних методів і моделей для прогнозування його розвитку. Дослідження спрямоване на збільшення розуміння механізмів, що лежать в основі криптовалютного ринку, та вивчення шляхів їх оптимального використання.

В *інформаційно-аналітичному* розділі розглянуто застосування системного аналізу до розгляду особливостей та проблем ринку криптовалют, включаючи актуальний стан ринку, ключові виклики та можливості. Також в цьому розділі аналізуються методи прогнозування ринку криптовалют та досвід України в цій сфері.

У *спеціальному розділі* розглянуто основні статистичні методи та моделі в аналізі ринку криптовалют, розглядаються ARIMA моделі, тайм-серії а також графічний аналіз для вивчення взаємозв'язків на ринку криптовалют. Розділ також містить емпіричну перевірку моделей на реальних даних.

*Практична цінність* отриманих результатів може сприяти формуванню ефективних стратегій поведінки на криптовалютному ринку та створенню умов для безпечного розвитку цього напрямку діяльності.

Перелік ключових слів: РИНОК КРИПТОВАЛЮТ, КОРЕЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ, ЕМПІРИЧНИЙ АНАЛІЗ, ТРЕНД, ТЕХНІЧНИЙ АНАЛІЗ, ІНВЕСТИЦІЙНІ СТРАТЕГІЇ.

## ABSTRACT

Explanatory note of the qualification work: 69 pages, 32 figures, 2 tables, 23 sources, addendum 3.

*The object of study* in this paper is the cryptocurrency market as a global economic system that has emerged and is developing through the use of cryptography and blockchain technologies.

*The subject of the study* are statistical methods and models that are used to analyze and predict the behavior of the cryptocurrency market.

This is the study of the specifics of the cryptocurrency market, and the use of statistical methods and models for forecasting its development. *The study is aimed* at improving the development of mechanisms underlying the cryptocurrency market and developing routes for their optimal use.

*In the information-analytical section*, a systematic analysis of the features and problems of the cryptocurrency market, including the current state of the market, key features and opportunities, is considered. In addition, methods of forecasting the cryptocurrency market and Ukraine's experience in this area are analyzed.

*A special section* discusses basic statistical methods and models in cryptocurrency market analysis", discusses ARIMA models, time series and correlation analysis to study relationships in the cryptocurrency market. The section also contains empirical testing of models on real data.

*The practical value* of the obtained results can contribute to the formation of effective strategies of behavior in the cryptocurrency market and create conditions for the safe development of this line of activity.

List of keywords: CRYPTOCURRENCY MARKET, CORRELATION ANALYSIS, EMPIRICAL ANALYSIS, TREND, TECHNICAL ANALYSIS, INVESTMENTAND STRATEGIES.

## ЗМІСТ

|  |    |
|--|----|
| ВСТУП.....   | 6  |
| 1. ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ .....   | 8  |
| 1.1 Загальна характеристика ринку криптовалют.....   | 8  |
| 1.2. Особливості, проблеми, методи прогнозування та досвід України у розвитку ринку криптовалют.....                           | 18 |
| 1.3. Аналіз методів прогнозування ринку криптовалют: огляд сучасних методів та інструментів, їх ефективність та обмеження..... | 24 |
| 1.4. Постановка рішення поставленої задачі.....  | 30 |
| Висновки за розділом.....  | 32 |
| 2. СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ .....  | 33 |
| 2.1. Аналіз крипторинку за допомогою моделі ARIMA .....  | 33 |
| 2.2. Застосування технічного аналізу для прогнозування зміни цін на ринку криптовалют.....                                     | 41 |
| 2.3. Використання графічного аналізу для вивчення взаємозв'язків на ринку криптовалют .....                                    | 51 |
| 2.4. Емпіричний аналіз ринку криптовалют за допомогою вибраних методів та моделей.....   | 53 |
| Висновки за розділом.....  | 60 |
| ВИСНОВКИ.....  | 62 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....  | 63 |
| ДОДАТКИ.....   | 66 |
| Додаток А. Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи.....  | 66 |
| Додаток Б. Відгук .....  | 67 |
| Додаток В. Тексти службових модулів інформаційної системи.....   | 68 |



## ВСТУП

Сучасний світ динамічно змінюється, і це в значній мірі викликано технологічним прогресом. Одним з відображень цих змін є поява та розвиток ринку криптовалют. З появою Біткоїна в 2009 році криптовалюти перетворилися з невідомого поняття в значний фактор світової економіки. Динаміка ринку криптовалют, його волатильність та інноваційність вимагають нових підходів до його аналізу, прогнозування та регулювання.

Ринок криптовалют, що швидко зростає, представляє собою унікальне середовище, яке характеризується високою волатильністю та постійною нестабільністю. Ці особливості ринку вимагають адаптації традиційних методів прогнозування та аналізу, що веде до пошуку нових підходів у контексті цього незвичайного фінансового сектора.

Застосування статистичних методів та моделей на ринку криптовалют є особливо актуальною у сучасних умовах. Аналіз ринку криптовалют та його прогнозування стає невід'ємною частиною фінансової науки та практики, яка може допомогти інвесторам, регуляторам та іншим зацікавленим сторонам зрозуміти тенденції та ризики цього ринку.

*Об'єктом дослідження* в даній роботі є ринок криптовалют як глобальна економічна система, яка з'явилася і розвивається завдяки використанню криптографії і блокчейн технологій.

*Предметом дослідження* є статистичні методи та моделі, які використовуються для аналізу та прогнозування поведінки ринку криптовалют.

*Метою цього дослідження* є вивчення особливостей ринку криптовалют, та застосування статистичних методів і моделей для прогнозування його розвитку. Дослідження спрямоване на збільшення розуміння механізмів, що лежать в основі криптовалютного ринку, та вивчення шляхів їх оптимального використання. Для досягнення поставленої мети в дипломній роботі поставлені наступні задачі дослідження:

- надати характеристику та визначити особливості ринку криптовалют в Україні;
- розглянути теоретичні основи прогнозування розвитку ринку криптовалют на основі літературних джерел;
- провести аналіз особливостей криптовалютної торгівлі в Україні, законодавче регулювання, основні тенденції та перспективи;
- розглянути перелік методів рішення поставленої задачі та обґрунтування їх вибору;
- провести емпіричний аналіз ринку криптовалют за допомогою вибраних статистичних методів та моделей.

Отримані в ході дослідження результати можуть бути корисними для науковців, фінансових аналітиків, інвесторів та регуляторів, що працюють у сфері криптовалют. Вони також можуть сприяти формуванню ефективних стратегій регулювання криптовалютного ринку та створенню умов для його стабільного та безпечного розвитку.

Дане дослідження вносить вклад у розвиток наукового розуміння криптовалют та їх впливу на світову економіку.



# 1. ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Загальна характеристика об'єкту

Криптовалютний ринок - це глобальна цифрова платформа, де здійснюється купівля, продаж та обмін криптовалютами. Він має унікальні особливості, які відрізняють його від традиційних фінансових ринків. Це глобальний фінансовий ринок, на якому торгуються різні криптовалюти. Криптовалюти є цифровими або віртуальними активами, які використовуються як засіб обміну і зберігання вартості. Вони побудовані на основі блокчейн технології, що забезпечує безпеку, надійність та прозорість транзакцій. Він привертає увагу інвесторів, трейдерів, технологічних інноваторів та широкої громадськості. На ринку представлені різні криптовалюти, такі як Bitcoin (BTC), Ethereum (ETH), Ripple (XRP) та інші, кожна з яких має свої унікальні особливості, використання і цінності.

Основні характеристики ринку криптовалют:

**1. Децентралізація.** Звичайна фінансова система, заснована на традиційних банках та урядових установах, є централізованою, де контроль та прийняття рішень лежить в руках обмеженого кола людей та організацій. У контексті криптовалют, децентралізація стає ключовою характеристикою та перевагою.

Децентралізація в криптовалютному просторі означає відсутність центрального контролю або влади. Замість цього, рішення приймаються за допомогою консенсусу між учасниками мережі, які використовують розподілену систему, таку як блокчейн.

Одним з основних аспектів децентралізації є те, що криптовалюти не підконтрольні жодному центральному органу, такому як уряд або центральний банк. Криптовалютні мережі працюють на основі протоколів, які дозволяють всім учасникам мережі брати участь у прийнятті рішень та переведенні цифрових активів.

Децентралізована природа криптовалют дозволяє користувачам мати повний контроль над своїми фінансами та персональними даними. Вони можуть створювати криптовалютні гаманці, зберігати свої активи безпосередньо на своєму пристрої і проводити транзакції без посередників. Крім того, вони також мають можливість шифрувати свої дані для забезпечення приватності.

Децентралізована природа криптовалют також дозволяє більш широкий доступ до фінансових послуг. У регіонах, де банківські послуги обмежені або відсутні, криптовалюти можуть стати альтернативою для людей, які не мають доступу до традиційних фінансових установ. Більшість криптовалютних транзакцій можуть бути здійснені за допомогою мобільних пристроїв та Інтернету, що дає можливість навіть безбанківському населенню користуватися фінансовими послугами.

Децентралізація також сприяє безпеці та надійності криптовалютних мереж. Блокчейн, основна технологія, яка стоїть за багатьма криптовалютами, є розподіленою базою даних, в якій інформація зберігається на багатьох комп'ютерах, що розсіяні по всьому світу. Це робить мережу більш стійкою до атак та недоступності. Крім того, кожна транзакція в блокчейні підписується цифровими підписами, що забезпечує автентичність та незмінність даних.

Однак, варто відзначити, що децентралізація не є бездоганною і має свої виклики. Наприклад, недостатня регуляція може призвести до зловживань та неправомірних дій, а також складність виправлення помилок або відновлення втрачених активів у випадку проблем. Однак, розробники та спільноти працюють над вдосконаленням технологій та стандартів для забезпечення більшої безпеки та захисту користувачів.

Децентралізація є ключовою характеристикою криптовалют та блокчейн технології. Вона дозволяє більшу автономію, приватність та безпеку учасникам мережі, а також можливість більшого доступу до фінансових послуг у всьому світі. Ось деякі основні аспекти децентралізації, що стосуються криптовалют:

1. Децентралізація влади: У традиційних фінансових системах влада і контроль зосереджені в руках небагатьох центральних органів, таких як банки або уряди. За допомогою блокчейн технології, влада і контроль розподіляються між всіма учасниками мережі.

2. Децентралізація даних: Блокчейн є децентралізованою базою даних, де інформація зберігається на багатьох вузлах мережі, а не в одному місці. Це підвищує безпеку та надійність системи, оскільки не існує єдиного вузла, який можна було б атакувати або зламати.

3. Децентралізоване прийняття рішень: У децентралізованих мережах прийняття рішень відбувається за допомогою консенсусу. Це означає, що замість того, щоб одна центральна установа приймала рішення, усі учасники мережі мають можливість впливати на рішення.

4. Децентралізовані додатки (DApps): Це програми, які працюють на блокчейні і не контролюються жодним центральним органом. DApps використовують smart контракти для автоматизації операцій і можуть включати різні функції, від фінансових транзакцій і обміну цифрових активів до голосування і децентралізованих соціальних мереж.

5. Економічна децентралізація: У децентралізованих системах, таких як криптовалюти, економічна влада розподіляється між всіма учасниками мережі. Криптовалюти дозволяють безпосередню передачу цифрових активів від одного учасника до іншого без посередництва та залучення третіх сторін, таких як банки або платіжні системи. Це дозволяє зменшити витрати та збільшити доступність фінансових послуг для всіх.

6. Децентралізований контроль і прозорість: Блокчейн технологія забезпечує прозорість операцій і контроль над фінансовими даними. Усі транзакції, що відбуваються в мережі, записуються в блокчейн, який є публічним та доступним для перевірки всіма учасниками. Це дозволяє уникнути можливості фальсифікації даних та недобросовісної поведінки.

7. Резистентність до цензури: Децентралізовані системи менш вразливі до цензури та зовнішнього втручання. Учасники мережі можуть вільно

взаємодіяти та обмінюватися інформацією без обмежень, що забезпечує свободу слова та доступ до фінансових послуг.

Децентралізація в криптовалютному світі має на меті змінити традиційну систему, де велика частина влади та контролю зосереджена в руках небагатьох. Вона пропонує новий підхід до фінансових та технологічних рішень, де учасники мережі мають більше контролю та свободи. Загалом, децентралізація стає ключовим принципом криптовалют та блокчейн технології. Вона пропонує перспективи для створення нових моделей економіки, фінансової відкритості та інновацій, які можуть привести до більш справедливого та рівного світу.

**2. Анонімність.** Криптовалюти забезпечують високий рівень анонімності. Хоча всі транзакції відслідковуються і записуються в блокчейн, особисті дані користувачів залишаються прихованими. Анонімність є однією з характеристик, що відрізняє криптовалюти від традиційних фінансових систем. Однак, варто відзначити, що анонімність у світі криптовалют не є абсолютною і може мати свої обмеження. Ось декілька ключових аспектів анонімності в криптовалютах:

1. Псевдоніми та адреси: Використовуючи криптовалюту, користувачі можуть створювати псевдоніми, які не пов'язані з їх реальними особистими даними. Кожен користувач отримує унікальну адресу гаманця, яка використовується для здійснення транзакцій. Адреси гаманців не пов'язані з реальними особистими даними, що забезпечує певний рівень анонімності.

2. Змішування транзакцій: Деякі криптовалюти пропонують функції змішування транзакцій, які дозволяють затемнити сліди транзакцій. Цей процес змішує транзакції користувачів, роблячи їх важкими для відстеження і встановлення зв'язків між ними, що додає до рівня анонімності. Однак, важливо зрозуміти, що анонімність в криптовалютах має свої межі та обмеження:

3. Публічна інформація: Хоча адреси гаманців можуть бути псевдонімами, всі транзакції є публічними і можуть бути відстежені в

блокчейні. Якщо адреса гаманця пов'язана з реальною особою, то можливе встановлення зв'язку між транзакціями та особою, що може зменшити рівень анонімності.

4. Кількість використовуваних гаманців: Якщо користувач використовує тільки один гаманець або адресу для всіх своїх транзакцій, то це може створити зв'язок між ними і зменшити анонімність. Рекомендується використовувати різні гаманці або адреси для різних транзакцій, щоб зберігати більшу анонімність.

5. Правові обмеження та регулювання: В деяких юрисдикціях існують правові обмеження та регулювання, які можуть потенційно розкрити особисту ідентифікацію користувачів криптовалют. За необхідності органи правопорядку можуть звертатися до бірж і сервісів обміну для встановлення інформації про користувачів.

Анонімність в криптовалютах є складною та недостатньо дослідженою темою. Запевнити повну анонімність у криптовалютах не є реалістичним. У кінцевому рахунку, рівень анонімності залежить від технології, протоколів та самої поведінки користувачів [5].

**3. Блокчейн** - це розподілена база даних, що забезпечує безпеку та прозорість [2]. Він працює на основі ланцюжків блоків, які містять транзакції та інші дані. Кожен блок посилається на попередній за допомогою криптографічних хешів.

Блокчейн базується на розподіленій мережі вузлів, що забезпечує безпеку та стійкість. Всі дані є публічними і доступними для всіх учасників мережі. Блокчейн використовує криптографію для забезпечення безпеки даних та автентичності транзакцій.

У блокчейні немає центрального органу, що контролює транзакції, і всі учасники мають рівні права. Блокчейн також підтримує смарт-контракти, які автоматизують угоди та умови. Ця технологія має потенціал застосування в різних галузях, від фінансів до ланцюгів постачання, та може покращити ефективність та прозорість в цих сферах. Це революційна технологія, яка

перетворює спосіб, яким ми зберігаємо і обмінюємося даними. Вона пропонує безпеку та прозорість, що може мати великий вплив на різні сфери нашого життя.

Один з основних аспектів блокчейну - це можливість створення децентралізованих систем. У традиційних централізованих системах, таких як банки чи уряди, влада та контроль зосереджені в одних руках. За допомогою блокчейну, ця влада розподіляється між учасниками мережі, що забезпечує більш справедливу та рівну гру.

Блокчейн також забезпечує безпеку даних. Кожен блок містить хеш попереднього блоку, що робить систему майже неможливою до змін та викривлення. Крім того, криптографічні методи забезпечують цілісність та конфіденційність транзакцій, що робить їх недоступними для зловмисників.

Прозорість є ще одним важливим аспектом блокчейну [2]. Всі транзакції, які відбуваються в мережі, записуються в блокчейн, який доступний для перегляду всіма учасниками. Це створює високий рівень довіри, оскільки всі учасники можуть перевірити та переконатись у чесності операцій.

Блокчейн має потенціал змінити багато галузей, від фінансів та логістики до охорони здоров'я та голосування. Він може полегшити переказ грошей без посередників, забезпечити відстежуваність та контроль в постачанні ланцюга та забезпечити надійне зберігання медичних даних.

Втім, варто зазначити, що впровадження блокчейну також стикається з певними викликами, такими як масштабування, енергоефективність та правове регулювання. Незважаючи на ці складнощі, блокчейн продовжує привертати все більше уваги та інновацій у багатьох галузях, а його потенціал для трансформації існуючих систем та створення нових бізнес-моделей залишається великим.

**4. Волатильність:** Криптовалюти відомі своєю високою волатильністю. Ціни можуть значно змінюватися в короткий час, що створює великі можливості як для заробітку, так і втрат.

Волатильність є одною з ключових характеристик криптовалютного ринку. Вона вказує на ступінь змін цін на криптовалюти протягом певного періоду часу. Криптовалюти відомі своєю високою волатильністю, що означає, що їх ціни можуть значно коливатися навіть протягом короткого проміжку часу. Існує кілька факторів, які впливають на волатильність криптовалют:

1. Події та новини: Новини, пов'язані з регулюванням криптовалют, технологічними оновленнями, важливими подіями в криптоспільноті або світовою політикою, можуть спричинити різкі зміни в цінах криптовалют. Позитивні новини можуть призвести до росту цін, тоді як негативні новини можуть призвести до падіння цін.

2. Спекулятивний попит: Багато інвесторів та трейдерів використовують криптовалюти як інструмент для отримання прибутку. Їх спекулятивні дії та психологія можуть призвести до різких змін в цінах криптовалют. Наприклад, коли ціна починає рости, це може спонукати більше людей купувати, що в свою чергу ще більше піднімає ціну.

3. Ліквідність ринку: Розмір та ліквідність ринку також можуть впливати на волатильність. На менших ринках з меншою кількістю учасників ціни можуть бути більш вразливими до змін.

4. Технічний аналіз: Трейдери використовують технічний аналіз, щоб прогнозувати цінові рухи на основі історичних даних та патернів. Коли багато трейдерів використовують одні й ті ж аналітичні інструменти, це може спричинити зміни в цінах на основі масових реакцій.

Волатильність криптовалют може бути вигодою, але також несе ризики для інвесторів [16]. Швидкі і різкі зміни цін можуть призвести до значних прибутків, але також можуть спричинити великі втрати. Важливо мати на увазі цей аспект при внесенні рішення про інвестування в криптовалюти та при використанні їх у торгівлі.

**5. Біржі криптовалют:** є платформами, де можна купувати, продавати та обмінювати різні криптовалюти. Вони дозволяють учасникам ринку

здійснювати торгівлю цифровими активами, використовуючи різні торгові пари. Основні характеристики бірж криптовалют:

1. Ліквідність: Біржі, з великим обсягом торгівлі, мають високу ліквідність. Це означає, що на таких біржах є багато купців та продавців, що забезпечує зручну торгівлю і можливість швидко виконати замовлення за поточними цінами.

2. Безпека: Безпека є ключовим аспектом бірж криптовалют. Надійні біржі використовують різні заходи безпеки, такі як двофакторна автентифікація, холодні гаманці для зберігання криптовалют та системи моніторингу підозрілих активностей. Важливо вибирати відомі та довірені біржі для забезпечення безпеки своїх активів.

3. Розмаїтість торгових пар: Біржі криптовалют пропонують різні торгові пари, що дозволяє обмінювати одну криптовалюту на іншу. Популярні торгові пари включають Bitcoin (BTC) до Ethereum (ETH), Bitcoin до USDT (Tether) і багато інших. Це дає можливість диверсифікувати портфель і здійснювати різні стратегії торгівлі.

4. Інструменти торгівлі: Біржі надають різні інструменти для торгівлі, такі як лімітні та ринкові замовлення, стоп-лоси, ліміти на зняття коштів та інші. Ці інструменти дозволяють трейдерам контролювати та управляти своїми торговельними позиціями.

5. Клієнтська підтримка: Надійні біржі надають клієнтську підтримку, що допомагає вирішувати питання та проблеми користувачів. Це може включати онлайн-чат, електронну пошту, телефонну підтримку та інші способи комунікації.

Важливо пам'ятати, що кожна біржа має свої власні правила, комісії та функціональність. Перед використанням біржі, рекомендується ознайомитися з умовами, правилами та безпековими заходами, щоб забезпечити безпеку та зручність використання платформи.



| Найменування                  | Ціна                        | Ринкова капіталізація | Об'єм (24 г)                     | Циркулююча пропозиція |
|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------------------|
| <a href="#">Bitcoin</a>       | <a href="#">\$26,324.26</a> | \$510,813,023,807     | <a href="#">\$16,601,148,386</a> | 19,404,106 BTC        |
| <a href="#">BTC</a>           | -                           |                       | 631,833 BTC                      |                       |
| -                             | -                           |                       |                                  |                       |
| <a href="#">Ethereum</a>      | <a href="#">\$1,718.21</a>  | \$206,544,879,899     | <a href="#">\$6,377,930,716</a>  | 120,214,903 ETH       |
| <a href="#">ETH</a>           | -                           |                       | 3,717,461 ETH                    |                       |
| -                             | -                           |                       |                                  |                       |
| <a href="#">Tether</a>        | <a href="#">\$0.9995</a>    | \$83,520,272,332      | <a href="#">\$22,883,377,668</a> | 83,562,835,051 USDT   |
| <a href="#">USDT</a>          | -                           |                       | 22,897,403,679 USDT              |                       |
| -                             | -                           |                       |                                  |                       |
| <a href="#">Binance token</a> | <a href="#">\$238.94</a>    | \$37,242,206,055      | <a href="#">\$489,729,686</a>    | 155,853,637 BNB       |
| <a href="#">BNB</a>           | -                           |                       | 2,052,291 BNB                    |                       |
| -                             | -                           |                       |                                  |                       |
| <a href="#">USD Coin</a>      | <a href="#">\$1.00</a>      | \$28,222,475,793      | <a href="#">\$3,733,992,788</a>  | 28,218,344,572 USDC   |
| <a href="#">USDC</a>          | -                           |                       | 3,733,388,910 USDC               |                       |
| -                             | -                           |                       |                                  |                       |
| <a href="#">Ripple</a>        | <a href="#">\$0.4718</a>    | \$24,529,757,186      | <a href="#">\$1,160,395,639</a>  | 51,987,017,573 XRP    |
| <a href="#">XRP</a>           | -                           |                       | 2,465,297,378 XRP                |                       |
| -                             | -                           |                       |                                  |                       |
| <a href="#">Cardano</a>       | <a href="#">\$0.2627</a>    | \$9,171,544,451       | <a href="#">\$177,485,398</a>    | 34,914,530,876 ADA    |
| <a href="#">ADA</a>           | -                           |                       | 676,118,910 ADA                  |                       |
| -                             | -                           |                       |                                  |                       |
| <a href="#">Dogecoin</a>      | <a href="#">\$0.06193</a>   | \$8,656,983,259       | <a href="#">\$197,868,121</a>    | 139,795,366,384 DOGE  |
| <a href="#">DOGE</a>          | -                           |                       | 3,195,092,918 DOGE               |                       |
| -                             | -                           |                       |                                  |                       |
| <a href="#">TRON</a>          | <a href="#">\$0.07063</a>   | \$6,360,329,692       | <a href="#">\$175,382,952</a>    | 90,056,751,465 TRX    |
| <a href="#">TRX</a>           | -                           |                       | 2,482,510,305 TRX                |                       |
| -                             | -                           |                       |                                  |                       |
| <a href="#">Solana</a>        | <a href="#">\$15.34</a>     | \$6,124,420,467       | <a href="#">\$236,473,941</a>    | 399,144,599 SOL       |
| <a href="#">SOL</a>           | -                           |                       | 15,455,008 SOL                   |                       |

Таблиця 1.1 ТОП-10 криптовалют по капіталізації

**6. Смарт-контракти:** це програми, які запускаються на блокчейні і автоматично виконують угоди або операції відповідно до встановлених умов [3]. Вони дозволяють сторонам встановлювати, перевіряти та виконувати угоди без необхідності довіряти третій стороні або централізованому органу. Основні характеристики смарт-контрактів:

1. Автоматизація: Смарт-контракти дозволяють автоматично виконувати угоди без необхідності ручного втручання. Це забезпечує швидкість та точність виконання операцій.

2. Безпека: Смарт-контракти використовують криптографічні методи для забезпечення безпеки. Кожен смарт-контракт має свій унікальний цифровий підпис, який гарантує, що угода виконується тільки за певних умов.

3. Децентралізація: Смарт-контракти працюють на основі блокчейн технології, що означає, що вони розподілені між вузлами мережі і не залежать від центрального органу або посередника. Це забезпечує прозорість та незалежність виконання угод [15].

4. Програмованість: Смарт-контракти можуть включати складну логіку та умови, що дає можливість автоматизувати різноманітні операції. Вони можуть виконувати фінансові операції, керувати доступом до ресурсів, створювати токени та багато іншого.

5. Надійність: Завдяки криптографічним методам та децентралізованій природі, смарт-контракти є високоякісними та надійними. Вони мають міцну структуру, яка гарантує їхню правильність та заперечність виконання.

Смарт-контракти знаходять широке застосування в різних сферах, таких як фінанси, логістика, нерухомість, управління постачанням та багато іншого. Вони дозволяють автоматизувати та ефективно виконувати угоди між сторонами без необхідності вповільнюючих процесів і додаткових посередників.

Отже, основні висновки по криптовалютному ринку наступні:

1. Криптовалютний ринок є глобальним фінансовим ринком, на якому здійснюється торгівля різними криптовалютами. Він привертає увагу інвесторів, трейдерів та інноваторів з усього світу.

2. Блокчейн технологія є основою криптовалютного ринку. Вона забезпечує безпеку, заперечність та прозорість транзакцій, що є ключовими перевагами цього ринку.

3. Волатильність є характерною рисою криптовалютного ринку. Ціни на криптовалюту можуть різко змінюватися, що створює можливості для високодохідної торгівлі, але також несе ризики для інвесторів.

4. Смарт-контракти є автоматизованими програмами, що дозволяють учасникам ринку встановлювати, перевіряти та виконувати угоди без посередників. Вони розширюють можливості угод та забезпечують безпеку та заперечність.

5. Біржі криптовалют є платформами для торгівлі криптовалютами. Вони забезпечують ліквідність, безпеку та інструменти для трейдерів та інвесторів.

Важливо мати на увазі ризики, пов'язані з криптовалютним ринком, і проводити ретельне дослідження перед здійсненням будь-яких операцій. Також рекомендується звертатися до фахівців та отримувати необхідну консультацію для ефективного управління активами та збереження безпеки.

## **1.2. Особливості, проблеми, методи прогнозування та досвід України у розвитку ринку криптовалют**

Криптовалютний ринок в Україні показав значний розвиток за останні роки, незважаючи на деякі особливості та проблеми. Він став одним з провідних гравців у Центральній та Східній Європі за кількістю та обсягом криптовалютних операцій. До особливостей ринку криптовалют в Україні можна віднести наступні характеристики:

**1. Юридичний статус:** Юридичний статус криптовалют в Україні довгий час був невизначеним. Поки криптовалюти не були офіційно визнані урядом, вони знаходилися в юридичній сірій зоні, що створювало певну невизначеність для користувачів та інвесторів.

У вересні 2020 року в Україні було прийнято законопроект "Про виробництво та обіг в Україні віртуальних активів", що спрямований на регулювання криптовалютного ринку. Закон передбачає, що криптовалюти

визнаються як віртуальні активи, що можуть бути обмінені на інші товари або послуги. Також закон дає право на виробництво, зберігання, власність та використання віртуальних активів в Україні.

Закон також встановлює, що Національний банк України (НБУ) та Комісія з цінних паперів та фондового ринку відповідають за регулювання та нагляд за діяльністю, пов'язаною з віртуальними активами. Однак, не дивлячись на цей закон, криптовалюта все ще не є офіційною валютою в Україні, а її використання в якості платіжного засобу є обмеженим.

Прийняття закону про віртуальні активи в Україні [1] відкрило нові можливості для розвитку цифрової економіки. Це позитивно вплинуло на бізнес-середовище та на сприйняття України на міжнародній арені як країни, що підтримує інноваційні технології.

Однак, регулювання криптовалютного ринку в Україні все ще стикається з деякими викликами. Основні з них - це необхідність удосконалення законодавства для боротьби з кіберзлочинністю та захисту користувачів, а також визначення податкового статусу криптовалют.

Хоча криптовалюти тепер визнані законом, вони ще не вважаються легальним платіжним засобом в Україні, і їх використання як такого обмежене. Це може створювати додаткові труднощі для компаній, які хотіли б використовувати криптовалюти в своїй діяльності.

Уряд України та фінансові регулятори продовжують працювати над удосконаленням регулювання криптовалютного ринку. Очікується, що у майбутньому будуть внесені додаткові зміни в законодавство, які зроблять умови використання криптовалют більш прозорими та зрозумілими для широкої публіки.

Юридичний статус криптовалют в Україні продовжує розвиватися, і майбутнє цього ринку виглядає дуже обіцяючим. З розвитком технологій та підтримкою законодавства Україна може стати одним з лідерів в сфері криптовалют та блокчейн технологій.

**2. Широке розповсюдження:** Широке розповсюдження криптовалют в Україні зумовлено рядом факторів. Одним з основних є високий рівень інтернет-проникнення в країні. За даними різних досліджень, Україна займає одне з провідних місць в Європі за кількістю користувачів інтернету. Це створило сприятливе середовище для поширення криптовалют, оскільки для їх використання потрібен доступ до інтернету.

Другим важливим фактором є розвиток ІТ-індустрії в Україні. Країна відома своїми талановитими програмістами і великою кількістю ІТ-компаній, включаючи ті, що працюють у сфері блокчейн технологій та криптовалют. Багато фахівців в області ІТ в Україні зацікавлені в криптовалютах, що сприяє їх поширенню.

Українські громадяни відкриті до нових технологій та інновацій. Молоде покоління, особливо, прагне використовувати новітні технології, включаючи криптовалюти. Це також відіграло важливу роль у широкому розповсюдженні криптовалют в країні.

Прийняття закону про віртуальні активи [1], який забезпечує юридичну впевненість для користувачів криптовалют, теж підтримує цей тренд. Варто зазначити, що, хоча криптовалюти широко розповсюджені в Україні, вони все ще досить нові для більшості громадян. Багато людей ще не зрозуміли, як вони працюють, або як їх використовувати. Тому освіта та інформування громадян є важливим аспектом для подальшого розвитку криптовалютного ринку в Україні.

| Ранг окремих зважених метрик, що вводяться в індекс |         |      | отримане значення onchain | отримана роздрібна вартість onchain | кількість onchain депозитів | Обсяг біржової торгівлі р2р |
|---|---------|------|---------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Країна  | рахунок | ранг |                           |                                     |                             |                             |
| Ukraine   | 1       | 1    | 4                         | 4                                   | 7                           | 11                          |
| Russia  | 0,931   | 2    |                           |                                     | 5                           | 9                           |
| Venezuela   | 0.799   | 3    | 19                        | 14                                  | 15                          | 2                           |
| China   | 0.672   | 4    | 1                         | 1                                   | 95                          | 53                          |
| Kenya   | 0.645   | 5    | 37                        | 11                                  | 57                          | 1                           |
| United States of America                            | 0,627   | 6    | 5                         | 6                                   | 39                          | 16                          |
| South Africa  | 0,526   | 7    | 12                        | 9                                   | 41                          | 10                          |
| Nigeria   | 0.459   | 8    | 14                        | 7                                   | 112                         | 3                           |
| Colombia  | 0.444   | 9    | 25                        | 18                                  | 61                          | 4                           |
| Vietnam   | 0.443   | 10   | 2                         | 2                                   | 44                          | 81                          |

Таблиця 1.2 Топ-10 країн по поширеності криптовалют.

Отже, ринок криптовалют в Україні являє собою активну сферу, але він також стикається з низкою проблем, які гальмують його розвиток і прийняття.

1. Відсутність чіткого регулювання: Одна з найбільших проблем, які пов'язані з ринком криптовалют в Україні, - це відсутність чіткого регулювання. Незважаючи на те, що Україна прийняла деякі закони, що регулюють криптовалюту, багато аспектів залишаються неясними. Це створює невизначеність для інвесторів та компаній, які хотіли б займатися діяльністю в цій сфері.

2. Фінансова нелітератність: Криптовалюта є відносно новим і складним фінансовим інструментом. Багато людей в Україні ще не розуміють, як вони працюють, і які ризики вони містять. Це може призвести до неправильних інвестиційних рішень та фінансових втрат.

3. Ризики шахрайства: Через відсутність регулювання і обмежений контроль над ринком криптовалют в Україні, ризик шахрайства є досить високим. Існує багато випадків, коли люди втрачали свої гроші через шахрайські криптовалютні [10] схеми.

4. Технологічні проблеми: Технологія криптовалют ще знаходиться в процесі розвитку. Проблеми з масштабуванням, швидкістю транзакцій, високими комісіями, енергоефективністю і так далі, все це є проблемами, які потребують рішення.

5. Ризик втрати приватних ключів: Криптовалюти базуються на технології блокчейн, де приватні ключі використовуються для доступу до коштів. Якщо користувач втратить свій приватний ключ, він може втратити доступ до своїх коштів без можливості їх відновлення.

Україна стала однією з провідних країн у сфері криптовалют і блокчейн технологій. Український ринок криптовалют розвивається з неймовірною швидкістю, і вже є досить значним на глобальній сцені. У 2021 році Україна вжила рішучих кроків для легалізації та регулювання криптовалют [1]. Парламент України прийняв закон, який визначає правовий статус та основи регулювання обігу криптовалют в країні. Закон надає криптовалютам легальний статус, дозволяє компаніям та банкам використовувати блокчейн технології, а також встановлює правила для обміну криптоактивів.

За даними досліджень, Україна є однією з провідних країн за обсягом обігу криптовалют. Українці активно використовують криптовалюти для міжнародних переказів, інвестицій, а також як засіб виплати за фріланс-послуги.

Україна є домівкою для численних стартапів та компаній, що спеціалізуються на технології блокчейн і криптовалютах. Компанії створюють нові продукти та послуги, що використовують блокчейн, включаючи децентралізовані фінансові послуги (DeFi), криптовалютні гаманці, портфоліо [8], платформи для торгівлі та багато іншого.

Освіта є важливим аспектом розвитку ринку криптовалют. Українські університети та освітні організації пропонують курси та програми, що зосереджені на криптовалютах і блокчейн технологіях, що дозволяє підготувати спеціалістів для цієї сфери.

Усе це свідчить про значний досвід України в розвитку ринку криптовалют. Однак, не зважаючи на весь цей прогрес, є деякі виклики, з якими потрібно боротися, такі як нестабільність криптовалют, необхідність подальшого регулювання, ризики пов'язані з безпекою та необхідність більш широкого освітнього та просвітницького роботи з громадськістю.

### **1.3. Аналіз методів прогнозування ринку криптовалют: огляд сучасних методів та інструментів, їх ефективність та обмеження**

Технічний аналіз є одним з основних методів, які використовують трейдери для прогнозування майбутніх рухів цін на ринку криптовалют [4]. Основний принцип технічного аналізу полягає в тому, що історія цін має тенденцію повторюватися. Іншими словами, певні шаблони цінової дії, які відбувалися в минулому, мають ймовірність відбутися знову в майбутньому. Ось основні інструменти та концепції технічного аналізу:

1. Трендові лінії: Трендові лінії використовуються для ідентифікації та візуалізації загального напрямку, в якому рухається ціна. Вони можуть бути висхідними (биковими), низхідними (ведмежими) або горизонтальними.

2. Індикатори: Індикатори - це математичні обчислення, що використовуються для оцінки певних аспектів цінової дії, таких як напрямок тренду, сила тренду, волатильність або момент. Прикладами таких індикаторів є RSI (Relative Strength Index), MACD (Moving Average Convergence Divergence), Bollinger Bands та інші.

3. Графічні моделі: Графічні моделі - це певні шаблони цінової дії, які відбуваються знову і знову на графіках цін. Прикладами таких моделей є "Голова та плечі", "Подвійна вершина" або "Прапор".

4. Об'єми торгів: Об'єм торгів показує, скільки певної криптовалюти було куплено або продано за певний період часу. Збільшення об'єму торгів, особливо в поєднанні з значним рухом цін, може вказувати на початок нового тренду.



Ці та інші інструменти технічного аналізу можуть бути використані в поєднанні для створення більш точного та всебічного прогнозу цінних рухів. Проте важливо зазначити, що технічний аналіз, як і будь-який інший метод прогнозування, не дає 100% гарантій і завжди має бути використаний з обережністю та врахуванням інших факторів.

Фундаментальний аналіз включає глибоке дослідження внутрішніх та зовнішніх чинників, які можуть вплинути на вартість активу, в даному випадку криптовалюти. Нижче наведені деталі про ключові аспекти фундаментального аналізу в контексті криптовалют:

1. Технологічні особливості: Розуміння технології, яка підтримує криптовалюту, є важливим чинником. Це включає дослідження унікальності технології, її масштабованість, стабільність та безпеку. Наприклад, протокол відкритого коду може говорити про прозорість і відкритість розробки. Масштабованість означає, що система може розраховуватися на збільшення кількості транзакцій. Стабільність та безпека означають, що система встояла проти різних атак і може ефективно працювати під час високих навантажень.

2. Команда розробників: Дослідження команди, що стоїть за криптовалютою, може надати важливу інформацію про потенціал криптовалюти. Досвідчена команда з хорошою репутацією може додати впевненості в успіх проекту. Чіткий дорожній план також є хорошим індикатором, який показує, що команда має план щодо майбутнього розвитку криптовалюти.

3. Економічні фактори: Загальна економічна обстановка може значно вплинути на ціну криптовалюти. Зміни в інфляції, ставках проценту, зростанні ВВП та інших економічних індикаторах можуть відбиватися на ринку криптовалют. Наприклад, в періоди економічної нестабільності або низьких ставок проценту, криптовалюти можуть стати більш привабливими для інвесторів як "актив-укриття".

4. Регулювання: Регулятивне середовище впливає на прийняття та вартість криптовалюти. Різні країни мають різні підходи до регулювання

криптовалют, і це може значно вплинути на їх ціну. Наприклад, якщо країна забороняє або обмежує використання криптовалюти, це може призвести до зниження її ціни.

5. Участь спільноти: Активна спільнота користувачів та розробників може бути хорошим знаком підтримки криптовалюти. Спільнота може включати в себе не тільки користувачів та розробників, але і інвесторів, волонтерів, підтримників і так далі. Активна спільнота може забезпечити стійкість та розвиток криптовалюти.

Сентимент-аналіз, відомий також як аналіз емоцій або думок, є методом використання машинного навчання, текстового аналізу і природної мови для ідентифікації і витягування суб'єктивної інформації з джерел даних. В контексті криптовалют, цей аналіз застосовується для визначення загального настрою або "сентименту" спільноти або ринку щодо конкретної криптовалюти або ринку в цілому.

Сентимент-аналіз використовує дані з різних джерел, таких як соціальні медіа, форуми, блоги, новини та інші онлайн платформи. Ці дані потім обробляються для визначення позитивних, негативних або нейтральних емоцій, що асоціюються з певною криптовалютою.

Сентимент-аналіз важливий, оскільки настрої ринку може мати значний вплив на ціну криптовалюти. Наприклад, позитивний настрої може призвести до зростання ціни, тоді як негативний настрої може викликати її падіння.

Використання сентимент-аналізу в контексті прогнозування ринку криптовалют все ще досить нове, але воно швидко розвивається. Дослідники та аналітики постійно працюють над покращенням технологій та методів аналізу, щоб зробити ці прогнози більш точними та надійними.

Україна, в цілому, показала солідний досвід у розвитку ринку криптовалют. Ринок продовжує рости, а уряд активно працює над удосконаленням регулювання, щоб забезпечити безпечне та ефективне використання криптовалют.

Моделювання криптовалютного ринку - це спрощене уявлення про цей реальний об'єкт чи явище. Головним призначенням моделі є необхідність продемонструвати суттєві властивості об'єкту чи явища з метою вивчення, аналізу, передбачення. Процес моделювання включає такі етапи:

1. Визначення мети та задачі моделювання.
2. Опис змінних і структури дослідження.
3. Опис процесу дослідження за допомогою формальної моделі (схеми, формули, теореми тощо).
4. Побудова моделі.
5. Перевірка працездатності моделі (зміни у вхідних даних).
6. Опис результатів моделювання і їх оцінка.
7. Формування висновків.

Важливим етапом є вибір правильної моделі для отримання реалістичних результатів. Краще обрати не одну, а декілька моделей і порівняти результати. До класичних моделей часових рядів належать регресійні моделі. Створення регресійної моделі являє собою ітераційний процес, спрямований на вираження змін і залежностей у системі випадкових величин.

Моделі ARIMA – (Autoregressive Integrated Moving Average) - один з найбільш поширених методів аналізу і прогнозування часових рядів. ARIMA використовує три основні параметри (p, d, q), які виражаються цілими числами. ARIMA(p, d, q) модель можна записати як:

$$\Delta^d Y_t = c + \phi_1 \Delta^d Y_{t-1} + \phi_2 \Delta^d Y_{t-2} + \dots + \phi_p \Delta^d Y_{t-p} + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t \quad (1.1)$$

де:

-  $\Delta^d$  - оператор різницевої інтеграції порядку d (оператор, який робить часовий ряд стаціонарним)

-  $Y_t$  - це значення часового ряду в момент часу t

- c - це константа

-  $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$  - це коефіцієнти авторегресії

- $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$  - це коефіцієнти ковзного середнього
- $\varepsilon_t$  - це помилка прогнозу в момент часу  $t$ , яку припускається випадковою з відповідним розподілом (зазвичай нормальним)
- $p, d, q$  - це порядки моделі авторегресії, інтеграції та ковзного середнього відповідно.

Модель ARIMA дуже гнучка і може моделювати широкий спектр структур часових рядів, які виникають в практиці.

Авторегресійні моделі (AR) використовуються для прогнозування часового ряду за допомогою лінійної комбінації попередніх значень часового ряду. Якщо ми маємо часовий ряд  $Y$  і хочемо прогнозувати значення в момент часу  $t$ , модель авторегресії може виглядати так для AR(1) моделі (моделі авторегресії першого порядку):

$$Y_t = c + \phi Y_{t-1} + \varepsilon_t, \quad (1.2)$$

де:

- $Y_t$  - це значення часового ряду в момент часу  $t$
- $c$  - це константа
- $\phi$  - це коефіцієнт авторегресії
- $Y_{t-1}$  - це значення часового ряду в момент часу  $t-1$
- $\varepsilon_t$  - це помилка прогнозу в момент часу  $t$ , яку припускається випадковою з відповідним розподілом (зазвичай нормальним).

Узагальнена модель AR( $p$ ) (модель авторегресії  $p$ -го порядку) включає більше попередніх значень:

$$Y_t = c + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t, \quad (1.3)$$

де:

- $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$  - це коефіцієнти авторегресії
- $Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-p}$  - це значення часового ряду в моменти часу  $t-1, t-2, \dots, t-p$  відповідно
- $p$  - це порядок моделі авторегресії (кількість попередніх значень, які використовуються для прогнозування поточного значення).

Ці формули представляють собою математичну формалізацію моделі авторегресії.

Модель ковзного середнього Суть цього методу складається в заміні фактичних значень показника їхніми усередненими величинами, що мають значно меншу варіацію, чим вихідні рівні ряду. Для парної і непарної кількості точок часового ряду змінна обчислюється з певними відмінностями. Рівняння моделі ковзного середнього для непарної кількості точок має такий вигляд:

Для MA(1) моделі (моделі ковзного середнього першого порядку):

$$Y_t = \mu + \theta \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t, \quad (1.4)$$

де:

- $Y_t$  - це значення часового ряду в момент часу  $t$
- $\mu$  - це середнє значення часового ряду
- $\theta$  - це коефіцієнт ковзного середнього
- $\varepsilon_{t-1}$  - це помилка прогнозу в момент часу  $t-1$
- $\varepsilon_t$  - це помилка прогнозу в момент часу  $t$

Узагальнена MA(q) модель (модель ковзного середнього q-го порядку) включає більше помилок прогнозування:

$$Y_t = \mu + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t, \quad (1.5)$$

де:

- $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$  - це коефіцієнти ковзного середнього
- $\varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots, \varepsilon_{t-q}$  - це помилки прогнозу в моменти часу  $t-1, t-2, \dots, t-q$

відповідно

-  $q$  - це порядок моделі ковзного середнього (кількість помилок, які використовуються для прогнозування поточного значення).

Ці формули представляють собою математичну формалізацію моделі ковзного середнього.

**Модель Хольта Вінтерса** модель використовується для прогнозування часових рядів, коли є тенденція до зростання або падіння значень часового ряду. А також для 21 рядів, коли дані є не за повний цикл, і сезонність виділити неможливо. Рівняння моделі Хольта має вигляд:

Модель Хольта-Вінтерса (також відома як модель згладжування Хольта-Вінтерса) - це метод прогнозування часових рядів, який враховує тренди та сезонність. Модель Хольта-Вінтерса можна представити наступними формулами:

$$\begin{aligned} L_t &= \alpha \cdot (Y_t / S_{t-L}) + (1 - \alpha) \cdot (L_{t-1} + T_{t-1}) \\ T_t &= \beta \cdot (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) \cdot T_{t-1} \\ S_t &= \gamma \cdot (Y_t / (L_{t-1} + T_{t-1})) + (1 - \gamma) \cdot S_{t-L} \\ Y_{t+1} &= (L_t + T_t) \cdot S_{t-L+1}, \end{aligned} \quad (1.6)$$

де:

- $Y_t$  - спостережене значення на момент  $t$
- $L_t$  - складник згладжування для тренду
- $T_t$  - складник згладжування для лінійного тренду
- $S_t$  - складник згладжування для сезонної компоненти
- $\alpha, \beta, \gamma$  - параметри згладжування для рівня, тренду та сезонності відповідно (значення між 0 та 1)
- $L$  - довжина сезонного циклу
- $Y_{t+1}$  - прогноз на наступний період.

Ці формули представляють собою математичну формалізацію моделі

$$\hat{y}_k = a_{k-d} + db_{k-d}, \text{ при тому, що}$$

$$a_{k-d} = \alpha y_{k-d} + (1 - \alpha)(a_{k-d-1} - b_{k-d-1}) \text{ і}$$

$$b_{k-d} = \beta(a_{k-d} - a_{k-d-1}) + (1 - \beta)b_{k-d-1},$$

де  $\alpha, \beta$  – коефіцієнти чутливості моделі, які можуть бути рівними від 0 до 1.

Хольта-Вінтерса.

Кращим рішенням для моделювання процесу зміни курсу і прогнозування ціни криптовалюти буде обрати кілька моделей і порівняти результати за кожною з них.

#### 1.4. Постановка рішення поставленої задачі

У даній роботі буде проведено дослідження таких даних як курси найпопулярніших криптовалют і вплив останніх подій на них.

Інформаційні технології автоматизували роботу фондових ринків, зробили можливим проведення транзакцій у реальному часі у будь-якій точці земної кулі. Зараз з'являтися різні сервіси, що дозволяються працювати на фондовому ринку онлайн. Кількість таких сервісів постійно збільшується, впроваджуються та проектуються нові функціонали, створюються нові технології для покращення роботи старих або впровадження нових можливих функцій. Постійно збільшується інтернаціоналізація фондової діяльності, відповідно до загального процесу економічної інтеграції країн.

Криптовалюти - це цифровий актив, чутливо реагує на усі події у світі, тому питання ефективного застосування математичних методів та моделей на ринку криптовалют є особливо актуальним у сучасних умовах. У даній роботі список криптовалют було складено за даними міжнародного сервісу [coinmarketcap.com](https://coinmarketcap.com) станом на 20 квітня 2022. Отримання даних відбувалося за допомогою API – інтерфейсу прикладного програмування, який визначає взаємодію між декількома програмними додатками. Він визначає види викликів або запитів, які можуть бути зроблені, як їх зробити, формати даних, які слід використовувати, угоди, яких слід дотримуватися. API надає доступ до необхідних даних а результаті запитів.

### **Висновки до розділу**

В даному розділі проведено дослідження стану фондового ринку криптовалют з використанням системного аналізу. В цьому розділі отримані наступні результати:

1. Проаналізована сутність ринку криптовалют, платформи для купівлі та продажу. В ході аналізу були виявлено, що ринок криптовалют має велику капіталізацію, тому ціни через це є більш волативні ніж на паперовому ринку.

2. Проведено аналіз типових математичних моделей, що використовуються при розв'язанні задачі прогнозу курсу, проведено порівняння цих методів в контексті розв'язку поставленої задачі та виявлено, що кращі результати може дати поєднання кількох моделей і порівняльний аналіз результатів за кожною з них.

3. Результати проведеного аналізу можуть бути корисними для науковців, фінансових аналітиків, інвесторів та регуляторів, що працюють у сфері криптовалют. Вони також можуть сприяти формуванню ефективних стратегій регулювання криптовалютного ринку та створенню умов для його стабільного та безпечного розвитку.



## 2. СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Аналіз криптовалютного ринку за допомогою моделі ARIMA

Здатність робити прогнози на основі історичних спостережень створює конкурентну перевагу. Наприклад, якщо організація має потенціал для кращого прогнозування кількості продажів продукту, вона буде в більш сприятливому становищі для оптимізації рівнів запасів. Це може призвести до збільшення ліквідності грошових резервів організації, зменшення оборотного капіталу та покращення задоволеності клієнтів за рахунок зменшення відставання замовлень.

У сфері інформаційних технологій існують набір методів і технік, які особливо добре підходять для прогнозування значення залежної змінної відповідно до часу. Розглянемо метод інтегрованої ковзної середньої з авторегресією (ARIMA). Часовим рядом ми називаємо ряд точок даних, проіндексованих (або нанесених на графік) у часовому порядку. У часових рядах можна виділити 3 компоненти: тенденція – це висхідний і низхідний рух даних з часом протягом тривалого періоду часу; сезонність- це сезонні коливання (тобто збільшення попиту залежно від сезону року) та шум – це стрибки та спади з довільними інтервалами.

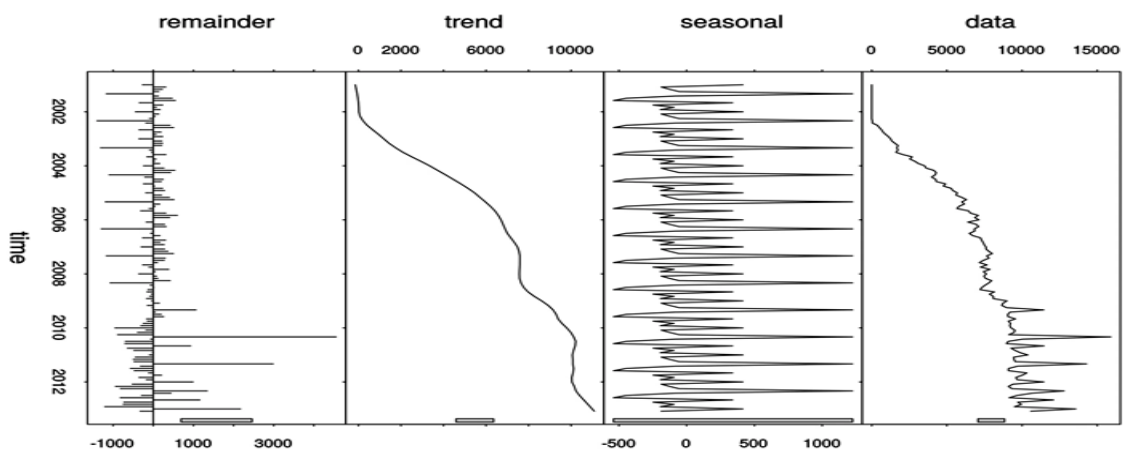
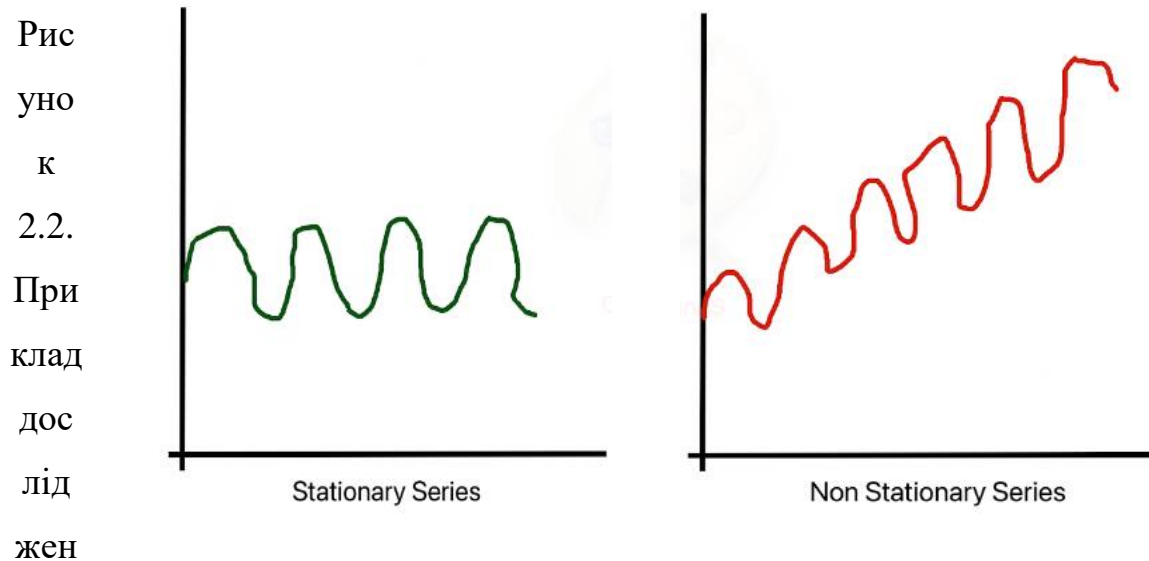


Рисунок 2.1. Приклад дослідження часового ряду

Перш ніж застосовувати будь-яку статистичну модель до часового ряду, ми маємо переконатися, що він стаціонарний. Що означає стаціонарність даних? Середнє значення ряду не повинно бути функцією часу. Червоний графік на рисунку 2.2 не є стаціонарним, оскільки середнє значення збільшується з часом.



ня часових рядів

Дисперсія ряду не повинна бути функцією часу. Ця властивість відома як гомоскедастичність. Нарешті, коваріація  $i$ -го члена  $(i+m)$ -го члена не повинна бути функцією часу. Якщо часовий ряд є стаціонарним і має особливу поведінку протягом заданого інтервалу часу, тоді можна з упевненістю припустити, що він матиме таку саму поведінку в якийсь пізніший момент часу. Більшість методів статистичного моделювання передбачає або вимагає, щоб часовий ряд був стаціонарним.

Розглянемо, для прикладу, набір даних, який визначає ціну валюти Ethereum.

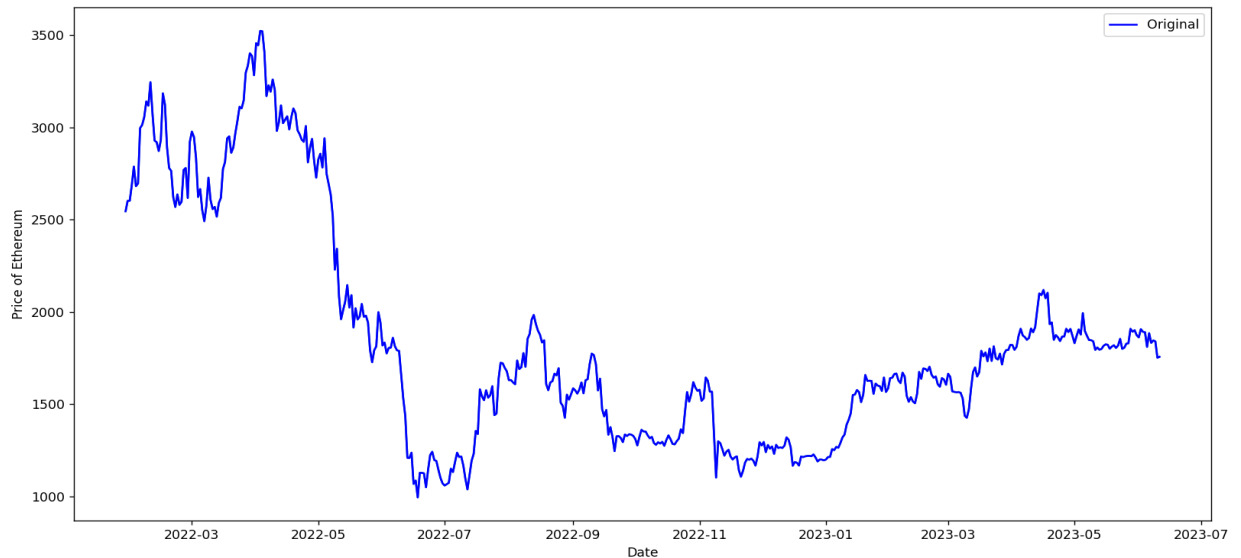
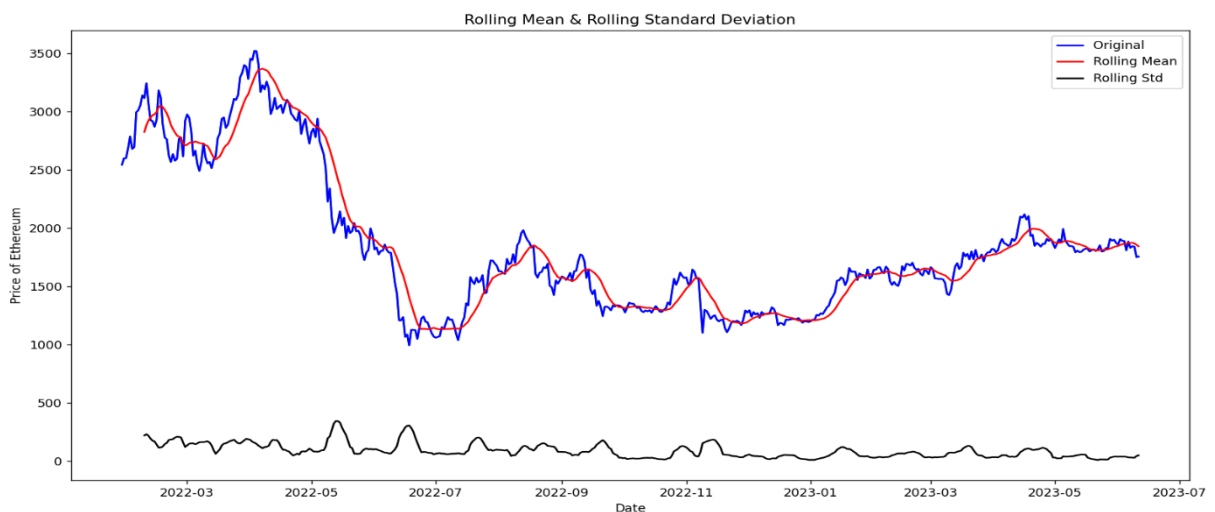


Рисунок 2.3 . Приклад дослідження ціни валюти Ethereum [13].

Перш ніж ми зможемо побудувати модель, ми повинні переконатися, що часовий ряд є стаціонарним. Існує два основні способи визначити, чи є даний часовий ряд стаціонарним.

Змінна статистика: графік середнього значення та стандартного відхилення. Часовий ряд є стаціонарним, якщо він залишається постійним з часом (неозброєним оком подивіться, чи лінії прямі та паралельні вісі x).

Розширений тест Дікі-Фуллера: часовий ряд вважається стаціонарним, якщо р-значення є низьким (згідно з нульовою гіпотезою), а критичні значення з довірчими інтервалами 1%, 5%, 10% максимально наближені до статистики



ADF.

Рисунок 2.4 . Приклад дослідження ціни валюти Ethereum

Як бачимо, змінне середнє та стандартне відхилення зростають з часом. Отже, можна зробити висновок, що цей часовий ряд не є стаціонарним.

```
ADF Statistic: -1.740958575977195
p-value: 0.4101424412044555
Critical Values:
  1%: -3.4435228622952065
  5%: -2.867349510566146
 10%: -2.569864247011056
```

Рисунок 2.5 . Приклад дослідження ціни валюти Ethereum

Статистика ADF далека від критичних значень, а р-значення перевищує порогове значення (0,05). Таким чином, можна зробити висновок, що часовий ряд не є стаціонарним.

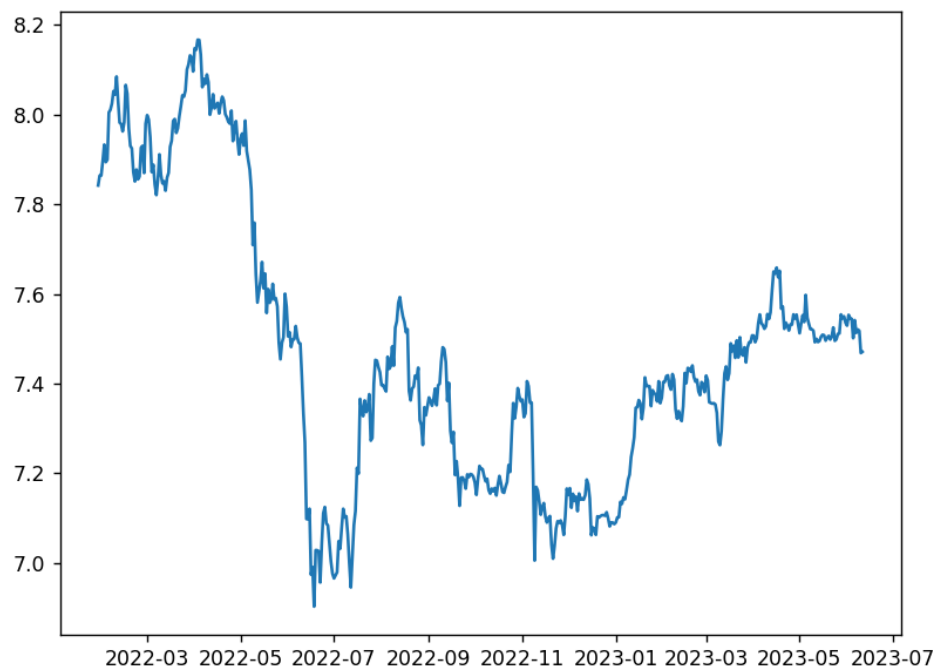


Рисунок 2.6 . Приклад дослідження ціни валюти Ethereum

Отримання логарифму залежної змінної є простим способом зниження швидкості, з якою зростає змінне середнє. Існує кілька перетворень, які ми можемо застосувати до часового ряду, щоб зробити його

стаціонарним. Наприклад, застосування експоненціального спаду є ще одним способом трансформації часового ряду таким чином, щоб він був стаціонарним.

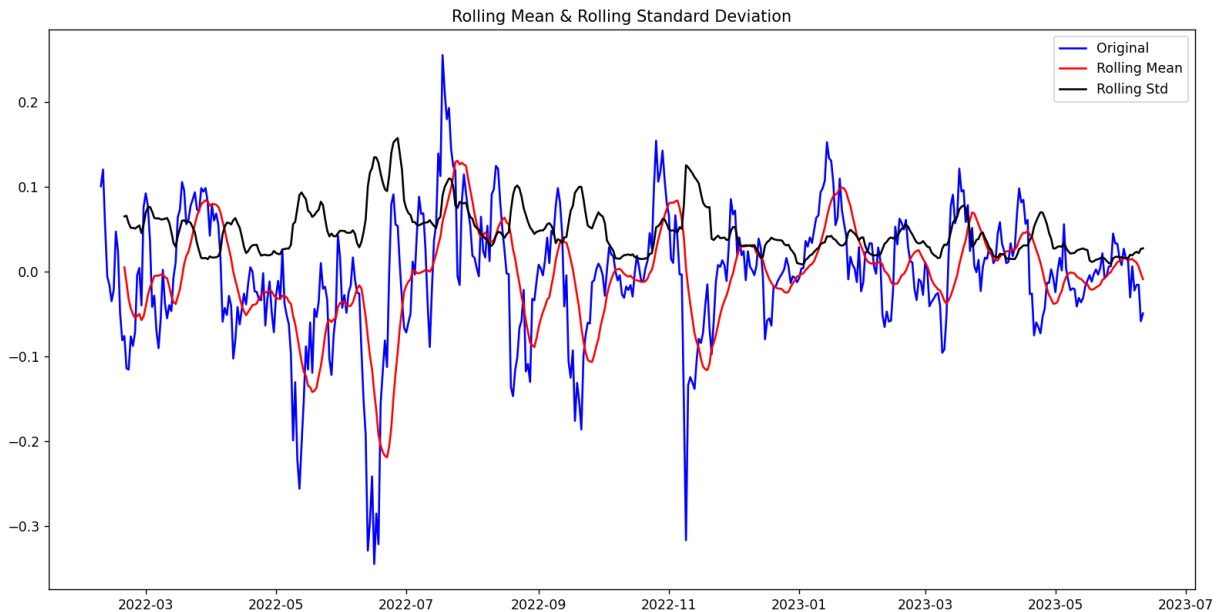


Рисунок 2.7 . Приклад дослідження ціни валюти Ethereum

```

ADF Statistic: -4.476774979720998
p-value: 0.000216539871014116
Critical Values:
  1%: -3.4442214494657586
  5%: -2.8676569002144148
 10%: -2.5700280720682227

```

Рисунок 2.8 . Приклад дослідження ціни валюти Ethereum

Експоненціальне затухання працює гірше, ніж віднімання змінного середнього. Однак, він більш стаціонарний, ніж оригінал.

Розглянемо ще один метод, щоб визначити, чи існує краще рішення. Застосовуючи зсув часу, ми віднімаємо з кожної точки ту, яка їй передувала, отримуємо формулу:

$$(x_1 - x_0), (x_2 - x_1), (x_3 - x_2), (x_4 - x_3), \dots, (x_n - x_{n-1}) \quad (2.1)$$

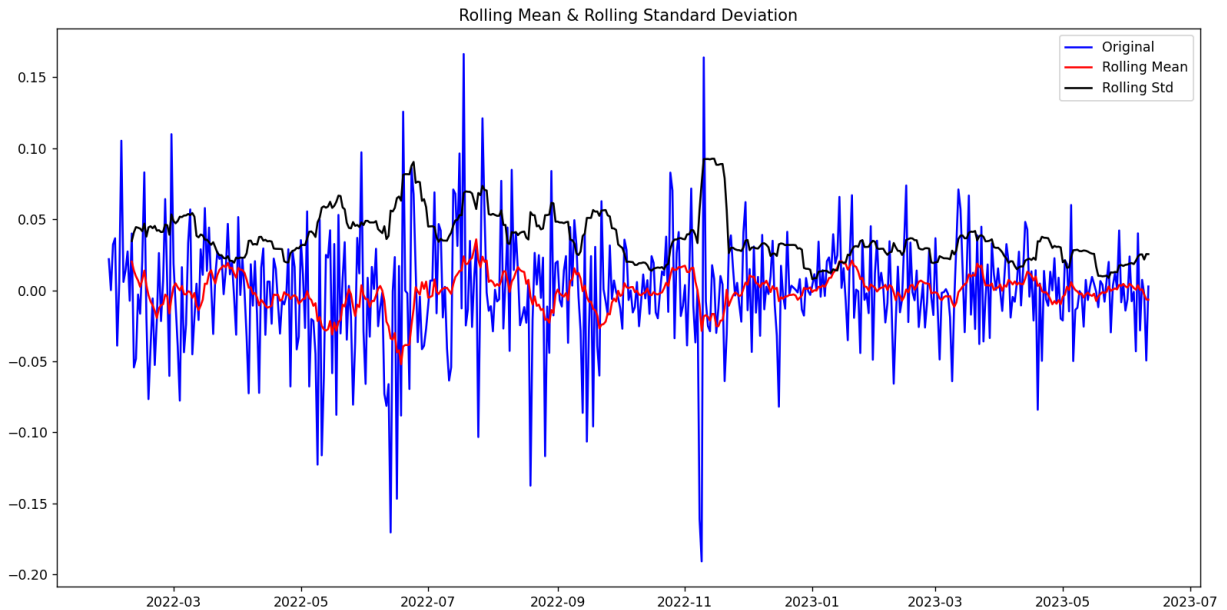


Рисунок 2.9 . Приклад дослідження ціни валюти Ethereum

```

ADF Statistic: -3.7620137096534445
p-value: 0.003320772674405426
Critical Values:
  1%: -3.4435228622952065
  5%: -2.867349510566146
 10%: -2.569864247011056

```

Рисунок 2.10 . Приклад дослідження ціни валюти Ethereum

Зсув у часі працює гірше, ніж віднімання змінного середнього. Однак, він все ж таки більш стаціонарний, ніж оригінал.

Авторегресійні (AR) моделі ґрунтуються на передумові, що минулі значення впливають на поточні значення. Моделі AR зазвичай використовуються для аналізу природних, економічних та інших процесів, що змінюються в часі. Якщо це припущення виконується, то ми можемо побудувати модель лінійної регресії, яка намагатиметься передбачити значення залежної змінної на сьогодні, враховуючи значення, які вона мала в попередні періоди часу. Порядок моделі AR відповідає кількості днів, включених у формулу змінних.

$$y_t = \beta_1 y_{t-1} + \beta_2 y_{t-2} + \beta_3 y_{t-3} + \dots + \beta_p y_{t-p} \quad (2.2)$$

Модель ковзного середнього (MA) припускає, що значення залежної змінної поточного дня залежить від умов помилки попередніх днів. Формула може бути виражена таким чином:

$$y_t = \varepsilon_t + \alpha_1 \varepsilon_{t-1} + \alpha_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \alpha_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.3)$$

Автоматичне регресійне ковзне середнє (ARMA) - це модель ARMA як поєднання моделей AR і MA [18].

$$y_t = \beta_1 y_{t-1} + \beta_2 y_{t-2} + \beta_3 y_{t-3} + \dots + \beta_p y_{t-p} + \varepsilon_t + \alpha_1 \varepsilon_{t-1} + \alpha_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \alpha_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.4)$$

Модель ARIMA (або Бокса-Дженкінса) додає відмінності моделі ARMA. Ця модель віднімає поточне значення від попереднього та може використовуватися для перетворення часового ряду в стаціонарний.

Наприклад, розрізнення першого порядку розглядає лінійні [22] тенденції та використовує перетворення  $z_i = y_i - y_{i-1}$ . Розрізнення другого порядку стосується квадратичних тенденцій і використовує різницю першого порядку різниці першого порядку, а саме  $z_i = (y_i - y_{i-1}) - (y_{i-1} - y_{i-2})$ , і так далі.

Для параметризації моделей ARIMA зазвичай використовуються три цілі -це числа (p, d, q).

де p – це кількість членів у авторегресії (порядок AR);

d - кількість несезонних відмінностей (порядок різниці);

q - кількість термінів ковзного середнього (порядок MA).

Розглянемо функцію автоматичної кореляції (ACF). Кореляція між спостереженнями в поточний момент часу та спостереженнями в усі попередні

моменти часу може використовуватися для визначення оптимальної кількості членів МА. Кількість термінів часу визначає порядок моделі.

Ще одна функція – це функція часткової автоматичної кореляції (PACF). Як випливає з назви, PACF є підмножиною ACF. PACF виражає кореляцію між спостереженнями, зробленими у два моменти часу, враховуючи будь-який вплив інших точок даних. Ми можемо використовувати PACF для визначення оптимальної кількості термінів для використання в моделі AR. Кількість термінів визначає порядок моделі.

Давайте розглянемо такий приклад. Як відомо, що PACF можна використовувати для визначення найкращого порядку моделі AR. Горизонтальні пунктирні лінії представляють пороги значущості. Вертикальні лінії представляють значення ACF і PACF в певний момент часу. Значущими вважаються лише вертикальні лінії, які перевищують горизонтальні.

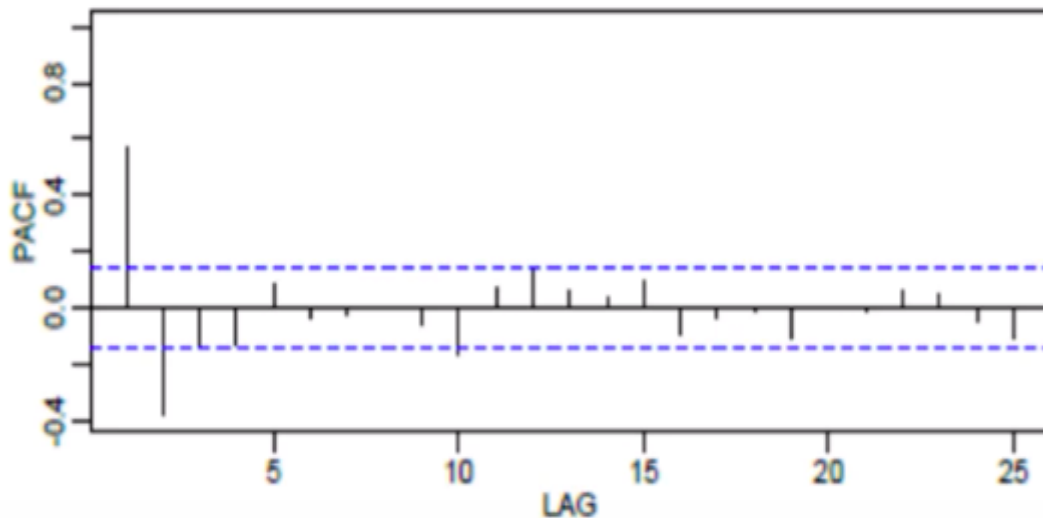


Рисунок 2.11 . Приклад дослідження функції часткової автоматичної кореляції

Таким чином, ми можемо використати попередні два дні в рівнянні авторегресії. Нагадаємо, що ACF можна використовувати для визначення найкращого порядку моделі МА.



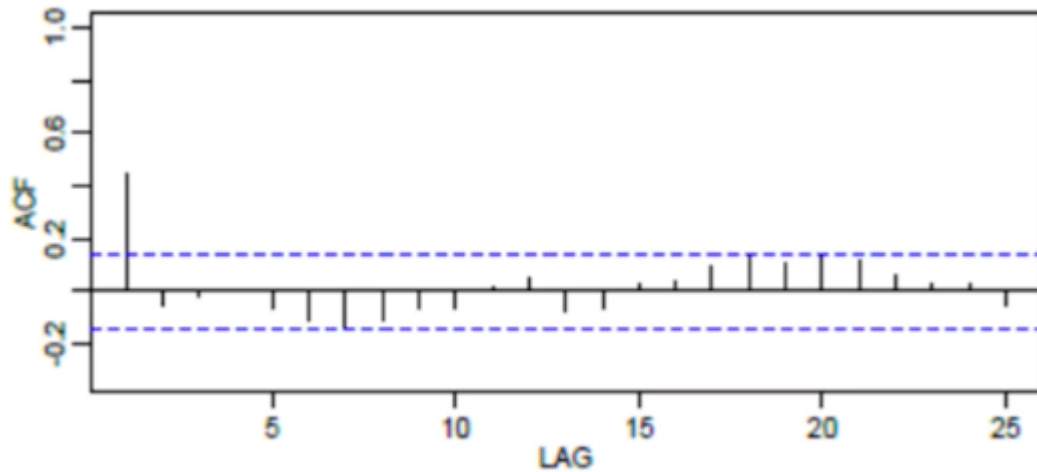


Рисунок 2.12 . Приклад дослідження функції часткової автоматичної кореляції

У цьому прикладі (рисунок 2.12) ми використаємо лише один вчорашній день у рівнянні ковзного середнього. Повертаючись до нашого прикладу, ми можемо ще створити та адаптувати модель ARIMA з AR другого порядку, шляхом диференціації порядку 1 та MA порядку 2.

## 2.2. Застосування технічного аналізу для прогнозування зміни цін на ринку криптовалют

Технічний аналіз - це метод вивчення руху цін активу, який базується на аналізі технічних показників. Цей підхід широко застосовується на фондових та криптовалютних біржах для аналізу різних торгових інструментів. Фундаментальний аналіз порівнюють з аналізом фінансових звітів компаній, тоді як технічний аналіз досліджує графіки цін та шаблони, які можуть передбачати майбутні зміни.

Технічний аналіз використовується в різних трейдерських стратегіях, таких як свінг-трейдинг, середньостроковий трейдинг, дейтрейдинг і скальпінг [17]. Він розглядає середньострокові та короткострокові періоди часу, включаючи різні аспекти, такі як ринкові фази, рівні підтримки та опору, свічкові патерни, технічні індикатори та торговельні обсяги. Метою

технічного аналізу є передбачення поведінки ціни, використовуючи ці фактори в комбінації.

Такий аналіз є інструментом, що дозволяє досліджувати та прогнозувати рух цін активів на ринку, аналізуючи їх графіки та технічні показники. Він є важливим для трейдерів у прийнятті рішень щодо купівлі, продажу або управління позиціями на фінансовому ринку.

Лінійний графік є базовим інструментом для "казуальних" користувачів та довгострокових інвесторів [22]. В цьому типі графіка, крива лінія відображає усереднений рух ціни інструменту відносно часу. Використання такого графіка дозволяє швидко оцінити загальний тренд на ринку [23]. Проте, його застосування обмежене.



Рисунок 2.13 . Приклад лінійного графіку BTCUSDT від TradingView

У активному трейдингу найпоширенішими є свічкові графіки, які



відображають кожен окремий момент руху ціни у вигляді свічки. Свічковий графік у теханалізі забезпечує детальну інформацію про рух цін, яка є життєво важливою для ефективної торгівлі.

Рисунок 2.14 . Приклад свічного графіку BTCUSDT від TradingView

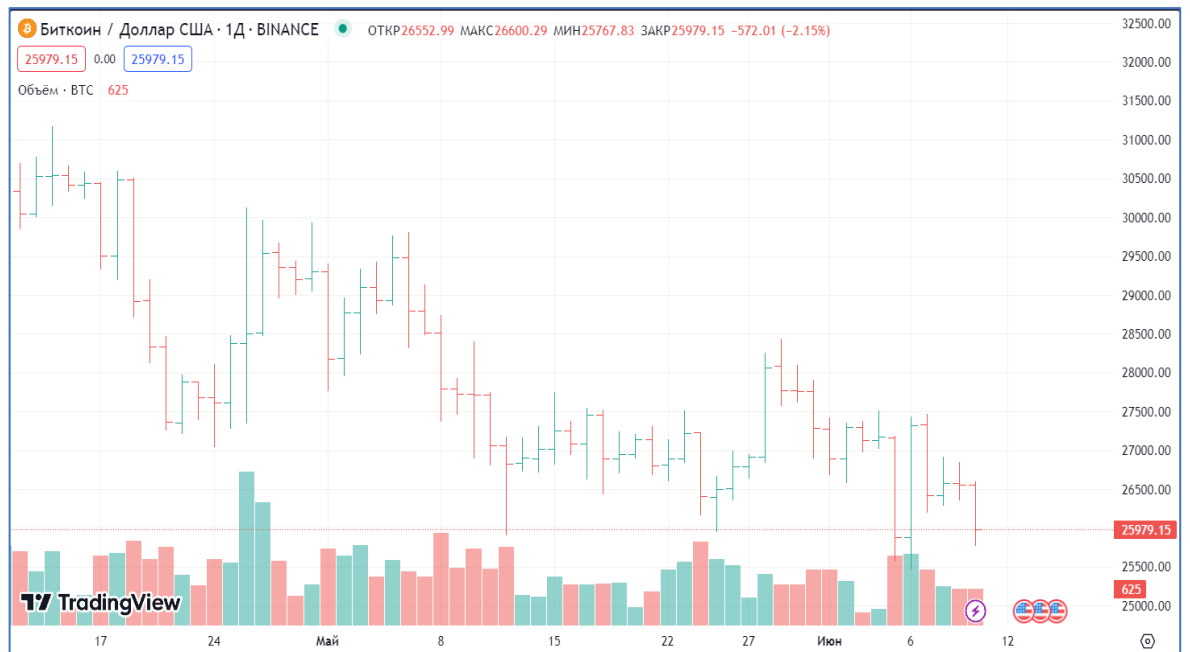


Рисунок 2.15 . Приклад барного графіку BTCUSDT від TradingView

У барних графіках, на відміну від прямокутників, використовуються рисочки. Вертикальна характеристика представлена як тимчасова вісь, де верхня точка вказує на найвищу ціну, а нижня - на найнижчу. Ціни відкриття та закриття позначені горизонтальними рисками, розташованими зліва та праворуч відповідно. Кожен бар відповідає певному проміжку часу.

Рівні підтримки та опору є рівнями, які обмежують подальший рух ціни. Нижні рівні відображають підтримку, тоді як верхні рівні є опорою. Ціна може прорвати ці рівні або реагувати на них (зміна напрямку). Після пробиття опору, рівень стає новою підтримкою, якщо ціна закріплюється на ньому. Чим довше рівень виступає як опір, тим сильнішою стає підтримка, і навпаки - коли підтримка стає опором. Використовуючи рівні підтримки та опору, можна визначити важливі цінові діапазони та знайти точки входу та виходу з ринку.

Рівні підтримки та опору можуть бути глобальними або локальними в залежності від обраного часового рамця.



Рисунок 2.16 . Рівні підтримки та опору

Під час зниження ціна тестує рівень підтримки. Якщо ціна досягає цього рівня, можливий відрив з подальшим зростанням. У випадку прориву поточної

підтримки, можливе подальше зниження. В таких ситуаціях можна торгувати на прорив рівня або на хибний прорив. В кінці дипломної роботи буде розглянуто приклад операції з проривом рівня.

Рівні опору діють аналогічно, але в протилежному напрямку. Коли зростання ціни зупиняється на певному рівні, це може свідчити про досягнення рівня опору.



Рисунок 2.17 . Приклад пробою рівня підтримки

Розглянемо приклад, що показаний на представленому скріншоті. Ціна протягом тривалого часу коливалася між рівнями підтримки та опору. Обидва рівні були перевірені кілька разів. Іноді ціна опускалася нижче рівня підтримки, але ці пробої виявлялися хибними. Після чотирьох повних контактів та двох помилкових пробоїв, рівень був нарешті прорваний. Виникла консолідація. Тепер ціна тестує колишню підтримку як новий рівень опору, відскакує від нього та створює нові мінімуми.

Більшість торгових терміналів та інструментів для аналізу графіків (наприклад, TradingView) мають вбудовані інструменти для графічного відображення. Вони дозволяють будувати рівні детально за різними принципами. Такі інструменти можуть варіюватися від звичайних прямих

ліній до геометричних форм та складних інструментів, таких як рівні Фібоначчі.

Лінії тренда. Розглянемо приклад, який представлений на рисунку 2.18. Лінія тренду є прямою лінією, яка візуально з'єднує ключові точки поточного тренду. Вона має вигляд похилої діагоналі, до якої ціна зближається кілька разів під час тренду. У скальпінгу також називається "похилим рівнем".



Рисунок 2.17 . Приклад лінії тренда

Лінії тренду створюють місцеві рівні підтримки та опору. Чим більший нахил має лінія, тим сильніший є тренд. У випадку висхідного тренду лінія проводиться через нижні точки графіка, а в низхідному - через верхні. Трейдери, вивчаючи лінії тренду, шукають ознаки продовження або розвороту тренду. Одна з головних рис сильного тренду - поступове оновлення місцевих максимумів (у висхідному тренді) або мінімумів (у низхідному). Якщо цінові піки не оновлюються, це часто вказує на наближення кінця тренду і може бути ознакою розвороту.

У випадку висхідного тренду, коли ціна повертається до лінії тренду та відскакує від неї, це може служити сигналом для продовження тренду і відкриття довгої позиції. Але якщо ціна пробиває лінію, це може вказувати на можливий спадний тренд і стати сигналом для відкриття короткої позиції. Аналогічно діє східна лінія тренду, але в зворотному напрямку.



Рисунок 2.18 . Приклад зміни лінії тренду, пробій та “переворот” рівня

На прикладі рисунка 2.18 показаний низхідний тренд. Стрілки показують моменти, коли тренд тестувався. Видно, що після останнього дотику ціна перестала оновлювати мінімуми і почала "підтискатися" до лінії. Потім відбувся пробій вгору. Після цього лінія тренду перестала бути лінією опору і стала лінією підтримки для нового руху.

Зазвичай, тренд вважається дійсним, якщо ціна пробивається вниз при висхідному тренді або вгору при низхідному. Коли ці зони утримують тренд, це може свідчити про зміну напрямку ринку.

Загалом, для проведення лінії тренду зазвичай використовують щонайменше три точки. Перші точки можуть використовуватися для прогнозування тренду, а третя та наступні - для підтвердження. Якщо ціна

зближається до лінії тренду більше трьох разів, не прориваючи її, це може свідчити про сильний тренд.

Таким чином, технічний аналіз цін можна розділити на два види: класичний, який включає прайс екшн (аналіз цінових рухів без використання індикаторів) та індикаторний - з використанням індикаторів [13]. До класичного аналізу відносяться вивчення рівнів підтримки/опору, ліній тренду, свічкових та графічних патернів, а також загального візуального характеру руху ціни.

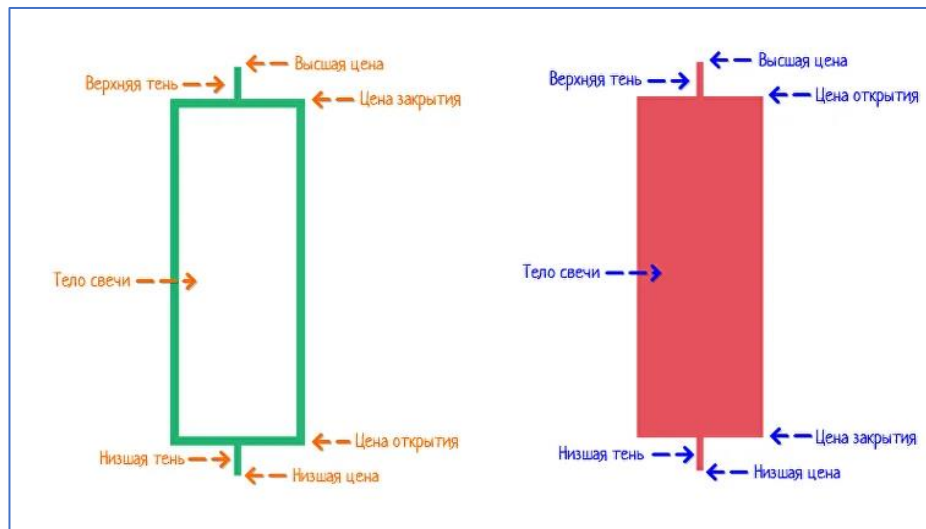
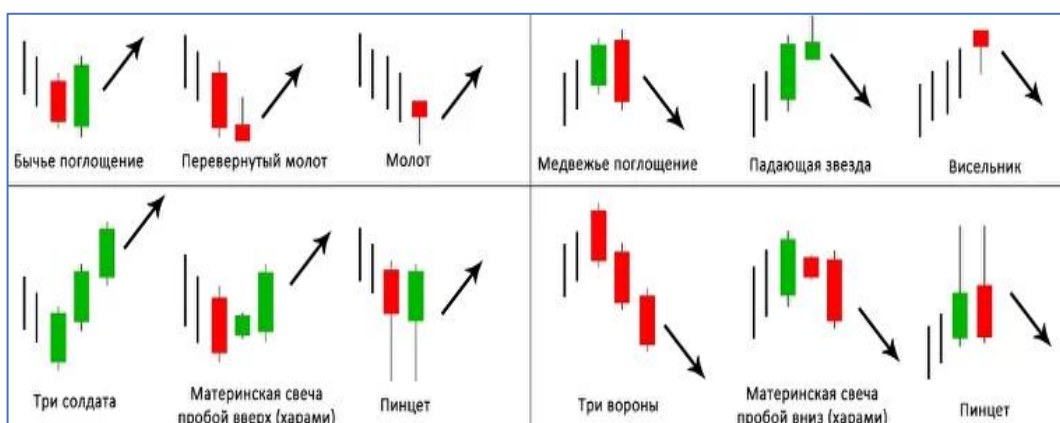


Рисунок 2.19 . Приклад структури японських свічок

Аналіз свічок є методом вивчення руху цін на ринку протягом певного періоду часу. Він надає інформацію про ціни відкриття та закриття, які представлені прямокутником (тілом свічки). У разі лонгової свічки (зеленої або порожньої) ціна відкриття знаходиться внизу, а закриття - у верхній частині. У випадку шортової свічки (червоної/чорної) ситуація є зворотною. Крім тіла свічки, є ще два "гніти" (тіні), які представляють цінові мінімуми та максимуми протягом вказаного періоду часу. Сила тренду зазвичай





визначається за висотою тіла свічки та тіней.

Рисунок 2.20 . Приклади патернів японських свічок в технічному аналізі

Розміри тіла та гніт свічки вказують на настрої учасників ринку протягом цього періоду. Однак, поодинокую свічку рідко можна використовувати для отримання цінної інформації. З цією метою розглядають свічкові патерни - стійкі поєднання кількох свічок підряд (зазвичай двох або трьох). Існує безліч свічкових патернів, які надають різну інформацію. Деякі з них вказують на баланс між покупцями та продавцями, інші свідчать про можливий зворот або продовження тренду. Свічкові патерни, як правило, інтерпретуються буквально.

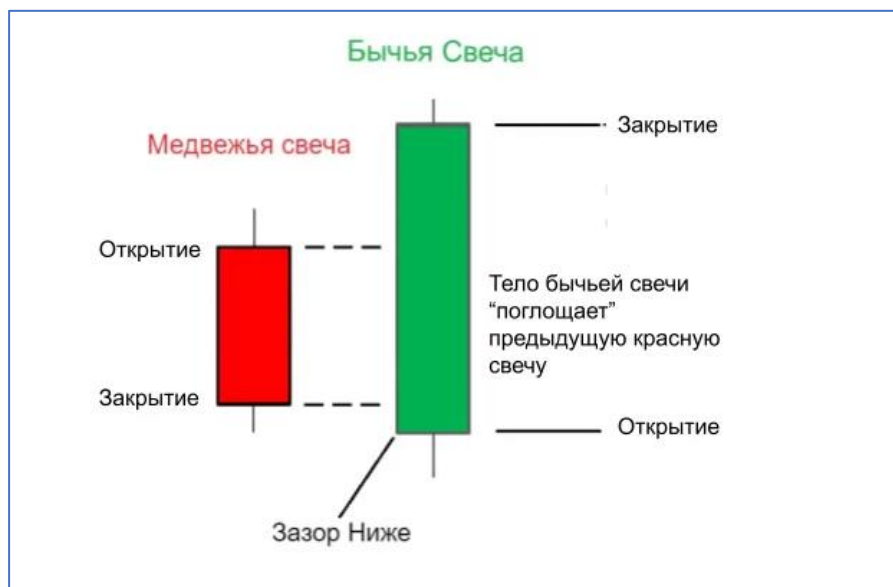


Рисунок 2.21 . Приклад патерну японських свічок «Бичаче поглинання»

«Бичаче поглинання» - це свічковий патерн, який складається з двох свічок: невеликої шортової і наступної довгої лонгової свічок. Він передбачає, що бичача свічка візуально "поглине" шортову свічку. Бичача свічка повинна відкриватися на рівні або трохи нижче, ніж точка закриття шортової свічки, а закриватися вище за точку відкриття шортової свічки. Цей патерн інтерпретується як зміна настроїв учасників ринку: після певного періоду впевненого руху вниз настала раптова зміна настроїв, і учасники готові

торгувати вгору. Оскільки бичача свічка значно довша за шортову, її потенціал для руху вгору вищий, ніж можливість продовження даунтренду.

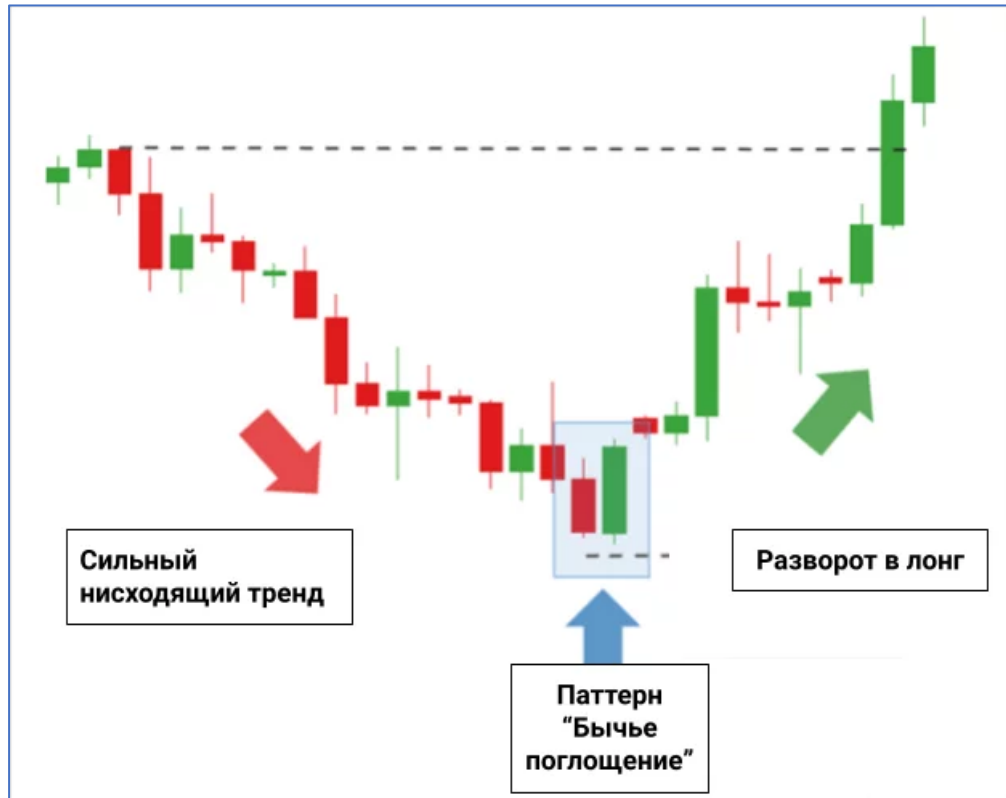


Рисунок 2.22 . Поворот тренду після паттерну «Поглинання»

Цей патерн часто спостерігається на моменті послаблення низхідного тренду і підтверджується великою кількістю попередніх угод. Тому він найчастіше використовується на великих таймфреймах (H4+) [21].

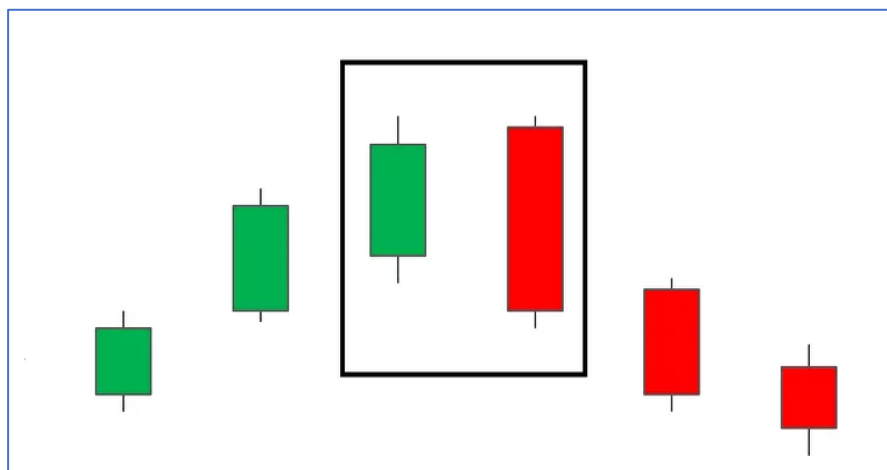


Рисунок 2.23 . Приклад паттерну японських свічок «Ведмеже поглинання»

Протилежним патерном є "Ведмеже поглинання". Він працює в дзеркальний спосіб. З'являючись на сильному аптренді, цей патерн вказує на можливий поворот та можливість руху вниз.

Свічкові патерни в трейдингу дозволяють аналізувати ринок безпосередньо за допомогою свічкового графіку. Варто пам'ятати, що свічкові патерни не є прямими сигналами для відкриття угоди. Їх слід розглядати в контексті інших методів аналізу. Однак свічковий аналіз дозволяє глибше оцінити ринок та потенціал його зміни або трендування, особливо в поєднанні з іншими методами.

### **2.3. Використання графічного аналізу для вивчення взаємозв'язків на ринку криптовалют**

Графічні патерни - це повторювані фігури на графіці, що складаються зі свічок. У порівнянні зі свічковими патернами, графічні патерни складаються з більшої кількості свічок (зазвичай від 10) і мають вигляд геометричних фігур.

Патерни графічного аналізу поділяються на дві категорії: патерни продовження та патерни розвороту. Вони допомагають з більшою впевненістю передбачити, чи буде тренд продовжуватися. Свічкові патерни складаються з двох або трьох свічок, тоді як графічні патерни формуються протягом тривалого періоду. Вони дозволяють краще розуміти ринковий контекст та виділити важливі області на графіку.

Розглянемо наприклад, графічний паттерн "Вихідний трикутник", він є паттерном продовження. Цей паттерн показує, що після сильного руху вгору ринок перебуває у фазі затримки. Ціна кілька разів торкається рівня опору, але не пробиває його. Проте вона також не знижується. Це свідчить про наявність нової сильної підтримки на цьому рівні. Мінімуми, досягнуті в цей період, після шкірного відскоку стають вищими. Рівень підтримки підвищується.

Формується підтискання - наближення нижнього рівня до верхнього. Це означає, що учасники ринку не очікують подальшого зниження і готові рухатися вгору. Також спостерігається поступове звуження амплітуди цінових коливань за мірою звуження каналу. Ціна стає схожою на стиснуту до упору пружину, готову розсунутися вгору. Зазвичай, коли два рівні зближуються (або незадовго до цього), ціна робить сильний імпульсивний рух угору.

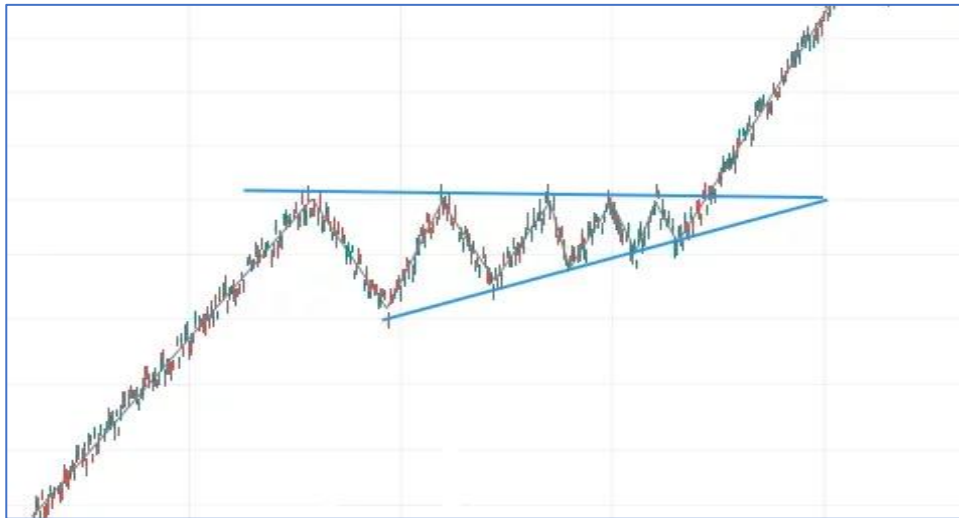


Рисунок 2.24 . Приклад патерну «Висхідний трикутник»

Незважаючи на те, що графічні патерни зустрічаються на графіку досить часто, вони не можуть гарантувати певний розвиток подій. Проте, вони є популярним та простим інструментом для визначення точок входу та виходу з ринку.

Об'ємний аналіз або аналіз обсягів досліджує кількість торгових інструментів, що були проторговані протягом певного періоду. Подібно до цін на графіку, обсяги торгів мають свою власну динаміку. Аналізуючи їх, можна отримати цінні дані, недоступні у інших типах аналізу. Ціновий графік надає нам двовимірне уявлення про рух ринку, а обсяги додають третій вимір, створюючи "об'ємне" уявлення.



Рисунок 2.25 . Стрибки обсягів на ключових цінових рухах

Основна ідея обсягового аналізу полягає в тому, що ключові цінові рухи завжди супроводжуються збільшеними обсягами торгів. Це можна яскраво побачити на прикладі індикатора "Обсяги", який зображений на скріншоті вище. Завдання трейдера полягає в тому, щоб отримати інформацію про відносну кількість торгових обсягів, характер їх зростання або зниження, і поєднати ці дані з аналізом прайс-екшну (руху цін), графічних та свічкових патернів, а також інших аспектів. На основі цього аналізу можна з деякою впевненістю прогнозувати рух ринку [20]. Найчастіше обсяговий аналіз базується на трьох основних елементах: використанні індикатора "Обсяги", клас-аналізу та аналізу профілю ринку.

#### **2.4. Емпіричний аналіз ринку криптовалют за допомогою вибраних методів та моделей**

Технічні індикатори є алгоритмами, які відображають рух цін на графіках за допомогою різних математичних характеристик. Зазвичай це включає усереднення цінових рухів протягом певного проміжку часу.



Рисунок 2.26 . Технічні індикатори на ціновому графіку

Кожен технічний індикатор ґрунтується на певній формулі, яка залежить від його типу та призначення. Існують два основних види індикаторів: випереджаючі і запізнювальні.

Випереджаючі індикатори рухаються перед трендом і надають сигнали щодо можливого подальшого розвитку. Зазвичай вони використовують інформацію про цінові рухи та обсяг торгів. Теоретично, такі індикатори можуть прогнозувати рух ринку, але на практиці вони часто генерують багато помилкових сигналів. Популярними випереджаючими індикаторами є індекс відносної сили (RSI) та стохастик RSI.

Запізнювальні індикатори використовуються для виявлення наявних трендів. Вони також можуть давати помилкові сигнали, але їх показники базуються на історичних даних, що робить їх більш надійними. Однак,

слабкістю запізнювальних індикаторів є повільна реакція на ринкові зміни. До запізнювальних індикаторів відносяться ковзна середня (МА), сходження/розходження ковзних (MACD) і лінії Боллінджера.

Розглянемо для прикладу індикатор RSI. Його завдання полягає в показі "перекупленості" або "перепроданості" ринку, тобто визначенні, чи перевищує ціна "розумні" межі. Якщо це так, то це зазвичай вказує на можливу зміну локального тренду.



Рисунок 2.27 . Технічний індикатор Індекс відносної сили (RSI)

RSI працює як осцилятор, де крива лінія коливається між значеннями 0 і 100, слідуючи за ціною. RSI враховує кількість позитивних та негативних свічок протягом заданого проміжку часу і на основі цих даних формує цінову лінію. Осцилятор поділяється на три зони: проміжок між 30% і 70%, а також дві зони по 30%, які є крайніми значеннями. Коли лінія перетинає 70%, ринок зазвичай вважається перекупленим, що може сигналізувати про можливий спад. Якщо лінія опускається нижче 30%, ринок вважається перепроданим, що може сигналізувати про можливе зростання. Проте ці показники не гарантують 100% точність прогнозу.



Рисунок 2.28 . Неспівпадіння показників RSI та реального стану справ на ринку

Зауважимо, що, як видно на представленому рисунку 2.28, ціна продовжувала стабільно падати, навіть якщо індикатор свідчив про ринок, який має бути перепроданим. Тому індикатори не можна розглядати самостійно як єдиний сигнал для входу. Для досягнення більш точних результатів їх показники слід розглядати в контексті інших технічних аналізів.

Технічні індикатори є популярними в середньостроковій та свінг-торгівлі. У дей-трейдингу їх використовують менше, і зазвичай вони стоять на останньому місці пріоритетів. Що стосується скальпінгу, індикатори не є особливо популярними в цьому стилі торгівлі.

**Аналіз прайс-екшн**, також відомий як price action, є методом візуальної інтерпретації руху ціни, що стоїть в основі багатьох інших технічних аналітичних методів. Цей підхід залишається важливою складовою торговельного технічного аналізу.



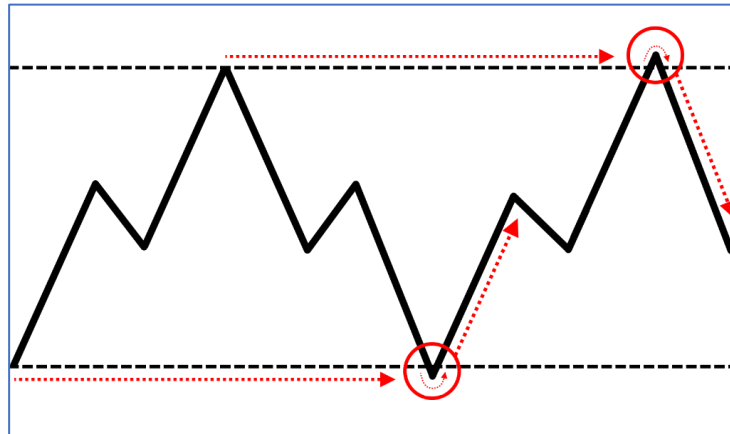


Рисунок 2.29 . Приклад прайс-екшн аналізу

У цьому методі вважається, що ринок рухається за певними передбачуваними циклами, чергуючи один одного, і що ці цикли можна прогнозувати за допомогою аналізу свічкових графіків. Ці фази можна узагальнити як трендові рухи та періоди бокового руху, між якими відбуваються прориви рівнів. Спочатку ринок перебуває у боковому русі, ціна торкається місцевих рівнів підтримки та опору і набуває сили. При значному збільшенні обсягів відбувається порушення рівня через зсув балансу попиту і пропозиції. Порушення може призвести до нового тренду або формування нового періоду бокового руху.

Це суб'єктивний спосіб інтерпретації характеру руху ціни за допомогою графіка. Часто прайс-екшн описує ціну за допомогою таких термінів, як "швидко/повільно", "плавно/різко", "рішуче/нерішуче", "розгін/сповільнення", "загальмування", "підйом" тощо.

В аналізі прайс-екшн не існує конкретного набору правил, інтерпретація залежить від трейдера, типу активу, вибраного таймфрейму та інших факторів [21]. Проте трейдери часто згодні щодо інтерпретації характеру цінових рухів.

Наприклад, одним з відомих "сигналів" прориву рівня за підходом прайс-екшн є плавний і поступовий підхід ціни до рівня, без різких стрибків і з тривалим торгуванням на рівні.



Рисунок 2.30 . Типовий приклад наближення ціни до пробою

Прайс-екшн аналіз базується на чистому ціновому графіку і, як правило, не використовує інші інструменти. Деякі прихильники цього підходу стверджують, що для успішної торгівлі необхідно лише використовувати свічковий графік, без будь-яких інших індикаторів. Інші прихильники технічного аналізу вважають це неправильним і використовують індикатори та інші інструменти. Так чи інакше, прайс-екшн включає в себе всі інші методи технічного аналізу в широкому розумінні.

Важливість прайс-екшн зворотно пропорційна часовому періоду графіка. Інвестори та трейдери, які віддають перевагу довготерміновим позиціям, зазвичай не звертають особливої уваги на прайс-екшн, а спираються на фундаментальний аналіз та технічні індикатори. У дейтрейдингу, особливо скальпінгу, аналіз прайс-екшн є незамінним інструментом. Це можна порівняти з аналізом маршруту на карті та аналізом слідів на землі - за допомогою карти можна отримати загальну інформацію про напрямок руху, але сліди дають докладну та деталізовану картину того, як і куди рухався людина в кожний момент часу.

Незважаючи на відсутність чітких правил, прайс-екшн найчастіше виявляється головним та іноді непомильковим способом інтерпретації руху ціни. Володіння цим підходом формується тільки через особистий досвід і "спостереження" ринку.

Розберемо кілька прикладів застосування технічного аналізу, у торгівлі на ринку криптовалют. Спочатку розглянемо пробой сильно горизонтального рівня.

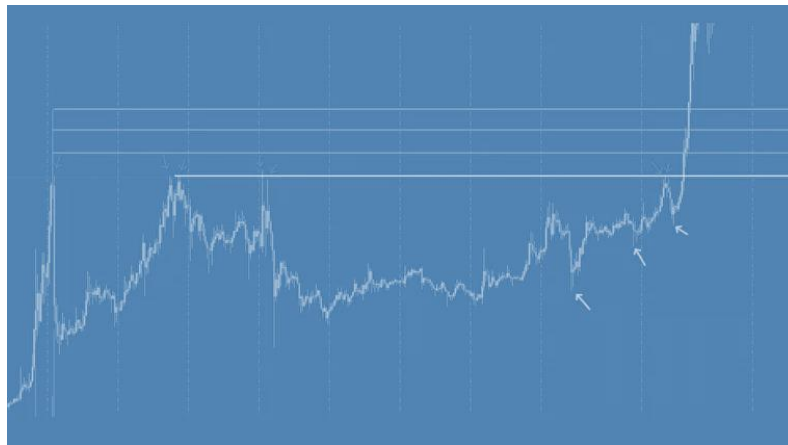


Рисунок 2.31 . Типовий приклад цільового пробоею

У цьому випадку трейдер повинен мати достатні підстави для входу в позицію. Наприклад, нам видно, як ціна поводить себе перед пробиттям рівня. Кілька разів при підході до цього рівня ми спостерігали реакцію. Перед пробиттям було помітне зростання локальних мінімумів та максимумів (вони позначені зеленими стрілками). Це може свідчити про наближення подальшого руху ціни. Додатковою підставою для такої гіпотези є збільшення обсягів торгів активом.

Позиція була відкрита після пробиття рівня та закріплення ціни над ним. Варто відмітити, що на даному прикладі спостерігалася тривала консолідація, що обумовило потужний імпульс. Сильного імпульсу не можна очікувати без попередньої консолідації. Момент консолідації можна розглядати як тимчасову рівновагу. Чим триваліше ринок знаходиться в рівновазі, тим сильніший може бути імпульс.

Іноді можуть виникати помилкові пробої рівня, коли ціна перетинає його, але не закріплюється і швидко повертається назад. Щоб уникнути збитків, необхідно зачекати, поки ціна закріпиться над рівнем, підтверджуючим це зеленою свічкою.

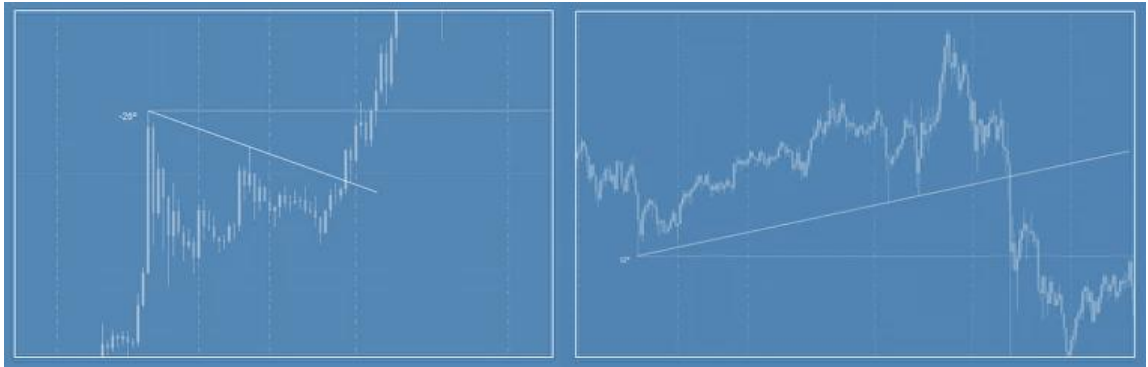


Рисунок 2.32 . Типовий приклад пробою рівнів нахилу

Для кращого розуміння пробоїв розглянемо ще один приклад. На графіку ми спостерігаємо пробій рівнів нахилу (рисунок 2.32). Такі ситуації можуть мати практичне застосування як для угод у напрямку зростання ціни (лонг), так і для угод у напрямку зниження ціни (шорт). При аналізі цього прикладу ми застосовуємо підхід аналогічний до попереднього. Ми визначаємо сильний рівень, враховуючи прайс-екшн, обсяги торгів та інші показники, які нас цікавлять. Після закріплення свічки над або під рівнем ми відкриваємо позицію.

Таким чином, ми відчуваємо деяку суб'єктивність інтерпретації характеру руху ціни криптовалюти за допомогою графіків.

### **Висновки до розділу**

В даному розділі продовжено дослідження стану ринку криптовалют з використанням системного аналізу. В цьому розділі отримані наступні результати:

1. Проаналізовано принципи та моделі прогнозування роботи ринку криптовалют. Визначено способи отримання початкових даних, а саме API. Було розглянуто способи аналізу даних різного виду математичного моделювання часових рядів з метою подальшого прогнозування.

2. Розглянуто алгоритм подальшого моделювання та прогнозування даних і проведено прогнозування з подальшим описом результатів. При порівнянні прогнозної точності різних моделей було виявлено, що модель ARIMAX у даному випадку має вищу точність.

3. Щоб зменшити вплив суб'єктивних факторів під час технічного аналізу запропоновано закріпити результати за допомогою графічного аналізу.

4. У розділі зазначено, що, по-перше, успішне використання певних методів залежить від стилю трейдингу. Так, наприклад, скальпери не використовують індикатори, в той час як багато середньострокових стратегій базуються саме на них. По-друге, визначено, що навіть найрозумніша стратегія може призвести до збитків, якщо не застосовується належний ризик-менеджмент.

## ВИСНОВКИ

У роботі вирішено актуальне завдання, яке полягає у розробці моделей управління розвитком ринку криптовалют. Виконавши дану роботу було вирішено наступні задачі:

- проведено системний аналіз факторів та особливостей ринку криптовалютної торгівлі в Україні;
- були розглянуті теоретичні основи прогнозування розвитку ринку криптовалют на основі літературних джерел;
- проведено емпіричний аналіз ринку криптовалют за допомогою вибраних статистичних методів та моделей.

Дане дослідження вносить вклад у розвиток наукового розуміння криптовалют та їх впливу на світову економіку. Досліджено, що прогнози на короткий період можуть бути достатньо точним, але прогнозувати на більш довгий період з високою точністю неможливо, використовуючи дані методи і вибіркові дані.

Отримані в ході дослідження результати можуть бути корисними для науковців, фінансових аналітиків, інвесторів та регуляторів, що працюють у сфері криптовалют. Вони також можуть сприяти формуванню ефективних стратегій регулювання криптовалютного ринку та створенню умов для його стабільного та безпечного розвитку.

Застосування пріоритетних моделей прогнозування криптовалютної торгівлі в якості механізмів цільового управління та контролю може сприяти підвищенню ефективності планування та розвитку цифрової економіки України.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України від 17.02.2022 № 2074-IX «Про віртуальні активи» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ips.ligazakon.net/document/view/T222074?an=2>
2. . Michael Casey, Paul Vigna. The Age of Cryptocurrency: How Bitcoin and the Blockchain Are Challenging the Global Economic Order. 2018. P. 47–59.
3. . Why Should You Use Crypto? URL: <https://www.fool.com/investing/stockmarket/market-sectors/financials/cryptocurrency-stocks/benefits-of-cryptocurrency/> (дата звернення: 15.05.2023).
4. Караванова, Т.П. Інформатика: основи алгоритмізації та програмування: 777 задач з рек. та прикл. : Навч. посіб. із поглибл. вивч. інф-ки/ За заг. ред. М.З. Згуровського.-К : Генеза, 2016. - 286 с.
5. Ryu H., Ko K. Understanding speculative investment behavior in the Bitcoin context from a dual-systems perspective. *Industrial Management & Data Systems*, 2019, Vol. 119 No. 7, pp. 1431-1456. <https://doi.org/10.1108/IMDS-10-2018-0441>.
6. Hrytsiuk P., Babych T., Bachyshyna L. Cryptocurrency portfolio optimization using Value-at-Risk measure: 6th International Conference on Strategies, Models and Technologies of Economic Systems Management (SMTESM 2019). Atlantis Press, 2019. <https://doi.org/10.2991/smtesm-19.2019.75>.
7. Nakamoto S. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. *Cryptography Mailing*. 2019. [electronic resource]. URL: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> (дата звернення 04.05.2023 р.).
8. Markowitz H.M. Portfolio Selection. *The Journal of Finance*. Vol. 7, No. 1. Mar., 1952. pp. 77-91.
9. Zherlitsyn D.M., Kuzheliev M.O., Nechyporenko A.V. Price Trend and GDP Growth Adjustment. *International Journal of Advanced Biotechnology and Research (IJABR)*. Volume 10. Special Issue-1, 2019, pp.379-383. [electronic

resource]. URL: <https://bipublication.com/files/ijabr2019sp154Mykhailo.pdf> (дата звернення 04.05.2023 р.).

10. Top 100 Cryptocurrencies by Market Capitalization. (2022, October 04) Available at: <https://coinmarketcap.com/> (accessed 04.05.2023).

11. Markets results (2023, May 04). Finance. Available at: <https://finance.yahoo.com> (accessed 04.05.2023).

12. Google Trend [Електронний ресурс] / Режим доступу до ресурсу: <http://trend.google.com.ua/trend/?geo=UA> – Назва з титул. екрану.

13. Global Cryptocurrency Chart [Електронний ресурс] / Режим доступу до ресурсу: <http://coinmarketcap.com/chart/> – Назва з титул. екрану.

14. Colianni S., Ro ale S., Signorotti M. Algorithmic Trading of Cryptocurrency Based on Twitter Sentiment Analysis [Електронний ресурс] / Режим доступу до ресурсу: [http://c229.tanford.edu/proj2015/029\\_report.pdf](http://c229.tanford.edu/proj2015/029_report.pdf) – Назва з титул. екрану.

15. Stenqvist E., Lönnö J. Predicting Bitcoin price fluctuation with Twitter sentiment analysis // School of Computer Science and Communication, 2017.

16. Liu Y., Tuvinaki A. Risk and return of cryptocurrency – Working Paper 24877 // National bureau of economic research, 2018.

17. Кондратюк А. Фундаментальний і технічний аналіз криптовалют: комунікація, схід і різноманітність. 2021 [Електронний ресурс] / Режим доступу до ресурсу: <http://forklog.com/fundamentalnyj-i-tehniche-kij-analizkriptoalyut-vyaz-hod-tva-i-razlichiya/> – Назва з титул. екран

18. Кольцов С. Н. Регресійний аналіз [Електронний ресурс] / Режим доступу до ресурсу: <http://www.hse.ru/data/2014/08/29/1313619461/лекция%205.pdf> – Назва з титул. екрану.

19. Stationarity and differencing [Електронний ресурс] / Режим доступу до ресурсу: <http://otext.com/fpp2/stationarity.html> – Назва з титул. екрану.

20. Кольцов С. Н. Методи та моделі аналізу прогнозування економічних моделей, 2016 [Електронний ресурс] / Режим доступу до ресурсу:



<http://linihe.ua/data/2014/09/04/1316346389/лекция%205.pdf> – Назва з титул. екрану.

21. Skorupa G. Forecasting: Time Serie with Multiple Seasonalities in Python, 2019 [Електронний ресурс] / Режим доступу до ресурсу: <http://medium.com/intive-developer/forecasting-time-series-with-multiple-seasonalities-using-tbat-in-python-398a00ac0e8a> – Назва з титул. екран.

22. Linear Model – Elastic-Net [Електронний ресурс] / Режим доступу до ресурсу: [http://cikit-learn.org/table/module/linear\\_model.html#elastic-net](http://cikit-learn.org/table/module/linear_model.html#elastic-net) – Назва з титул. екрану.

23. Nearest Neighbor – Nearest Neighbor Regression [Електронний ресурс] / Режим доступу до ресурсу: <http://cikit-learn.org/table/module/neighbor.html#nearest-neighbor-regression> – Назва з титул. екрану.

## 24. ДОДАТКИ

### Додаток А. Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи

| № з/п     | Позначення       | Найменування             | Кількість аркушів | Примітки                          |
|-----------|------------------|--------------------------|-------------------|-----------------------------------|
| 1         |                  |                          |                   |                                   |
| 2         |                  | Документація             |                   |                                   |
| 3         |                  |                          |                   |                                   |
| 4         | САУ.КР.23.25. ПЗ | Пояснювальна записка     | 75                | Формат А4                         |
| 5         |                  |                          |                   |                                   |
| 6         | САУ.КР.23.25. ДМ | Демонстраційний матеріал | 14                | Презентація на CD-R               |
| 7         |                  |                          |                   |                                   |
| 8         | САУ.КР.23.25 .КР | Копія роботи             | 1                 | Диск CD-R                         |
| 9         |                  |                          |                   |                                   |
| 10        |                  |                          |                   |                                   |
| 11        |                  |                          |                   |                                   |
| 12        |                  |                          |                   |                                   |
| 13        |                  |                          |                   |                                   |
| 14        |                  |                          |                   |                                   |
| 15        |                  |                          |                   |                                   |
| 16        |                  |                          |                   |                                   |
| 17        |                  |                          |                   |                                   |
| 18        |                  |                          |                   |                                   |
|           |                  |                          |                   | САУ.КР.23.ДА.ПЗ.                  |
| Змін.     | Аркуш            | № докум.                 | Підпис            | Дата                              |
| Розроб.   | Луценко          |                          |                   | <b>Матеріали дипломної роботи</b> |
| К. розд.  | Молоканова       |                          |                   |                                   |
| Керівн.   | Молоканова       |                          |                   |                                   |
| Н.контр.  | Хом'як           |                          |                   |                                   |
| Зав. каф. | Желдак           |                          |                   |                                   |
|           |                  |                          |                   | Літ.      Аркуш      Аркушів      |
|           |                  |                          |                   | <b>НТУ «ДП»<br/>124-19</b>        |

Додаток Б.  
Відгук  
на кваліфікаційну роботу бакалавра  
Луценко Олександра Валерійовича  
студента групи 124 – 19 – 1  
спеціальності 124 Системний аналіз

Тема кваліфікаційної роботи: «Статистичні методи та моделі ринку криптовалют»

Мета кваліфікаційної роботи: дослідження питань, що стосуються вивчення особливостей та проблем ринку криптовалют, а також розробка та застосування статистичних методів і моделей для прогнозування його розвитку.

Актуальність теми зумовлена перетворенням криптовалюти на значний фактор світової економіки. Динаміка ринку криптовалют, його інноваційність вимагають нових підходів до його аналізу, прогнозування та регулювання.

Завдання та зміст дипломної роботи відповідає головній меті – перевірці знань та рівня підготовки бакалаврів спеціальності 124 – Системний аналіз. Дипломна робота складається з двох розділів: інформаційно-аналітичного та спеціального. У першому розділі розглянуто застосування системного аналізу до розгляду особливостей та проблем ринку криптовалют, включаючи актуальний стан ринку, ключові виклики та можливості його розвитку.

У другому розділі розглянуто основні методи та моделі в аналізі ринку криптовалют, ARIMA моделі, а також графічний аналіз для вивчення взаємозв'язків на ринку криптовалют. Розділ також містить емпіричні приклади застосування розглянутих методів на реальних даних.

Виконані в кваліфікаційній роботі завдання відповідають вимогам освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавра.

Оригінальність наукових рішень полягає в системному підході до застосування основних методів та моделей в аналізі ринку криптовалют.

Практичне значення результатів кваліфікаційної роботи полягає в скороченні часу, необхідного для формування ефективних стратегій праці в сфері криптовалютного ринку.

У роботі відзначено такі недоліки: не достатньо ґрунтовно розглянуто сучасні механізми регулювання ринку криптовалют.

Кваліфікаційна робота в цілому заслуговує оцінки: 88 «добре».

Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра,  
докт. техн. наук, професор, професор  
кафедри системного аналізу та управління \_\_\_\_\_ В. М. Молоканова

**Додаток В.** Тексти службових модулів інформаційної системи

```

import numpy as np
import pandas as pd
from matplotlib import pyplot as plt
from statsmodels.tsa.stattools import adfuller
from statsmodels.tsa.seasonal import seasonal_decompose
from statsmodels.tsa.arima_model import ARIMA
from pandas.plotting import register_matplotlib_converters
import requests
from pmdarima import auto_arima
import statsmodels.api as sm

register_matplotlib_converters()

# Получить данные цены эфира с помощью API Binance
api_key = 'your api key'
secret_key = 'your secret key'
symbol = 'ETHUSDT' # Символ для пары торгов
interval = '1d' # Интервал свечей

url = f'https://api.binance.com/api/v3/klines?symbol={symbol}&interval={interval}'
headers = {'X-MBX-APIKEY': api_key}
response = requests.get(url, headers=headers)
data = response.json()

df = pd.DataFrame(data, columns=['open_time', 'open', 'high', 'low', 'close', 'volume',
'close_time', 'quote_asset_volume', 'num_trades', 'taker_buy_base_asset_volume',
'taker_buy_quote_asset_volume', 'ignore'])
df['open_time'] = pd.to_datetime(df['open_time'], unit='ms')
df.set_index('open_time', inplace=True)
df = df[['close']].astype(float)
from pmdarima import auto_arima
import statsmodels.api as sm

def get_stationarity(timeseries):
    rolling_mean = timeseries.rolling(window=12).mean()
    rolling_std = timeseries.rolling(window=12).std()

```

```
plt.plot(timeseries, color='blue', label='Original')
plt.plot(rolling_mean, color='red', label='Rolling Mean')
plt.plot(rolling_std, color='black', label='Rolling Std')
plt.legend(loc='best')
plt.title('Rolling Mean & Rolling Standard Deviation')
plt.show()
```

```
result = adfuller(timeseries['close'])
print('ADF Statistic: {}'.format(result[0]))
print('p-value: {}'.format(result[1]))
print('Critical Values:')
for key, value in result[4].items():
    print("{}: {}".format(key, value))
```

```
if result[1] > 0.05:
    rolling_mean = timeseries.rolling(window=12).mean()
    timeseries_minus_mean = timeseries - rolling_mean
    timeseries_minus_mean.dropna(inplace=True)
    get_stationarity(timeseries_minus_mean)
```

```
plt.figure(1)
plt.xlabel('Date')
plt.ylabel('Price of Ethereum')
plt.plot(df)
rolling_mean = df.rolling(window=12).mean()
rolling_std = df.rolling(window=12).std()
plt.plot(df, color='blue', label='Original')
plt.plot(rolling_mean, color='red', label='Rolling Mean')
plt.plot(rolling_std, color='black', label='Rolling Std')
plt.legend(loc='best')
plt.title('Rolling Mean & Rolling Standard Deviation')
plt.show()
```

```
plt.figure(2)
df_log = np.log(df)
plt.plot(df_log)
plt.show()
```

```
plt.figure(3)
get_stationarity(df_log)
```

```
plt.figure(4)
rolling_mean = df_log.rolling(window=12).mean()
df_log_minus_mean = df_log - rolling_mean
df_log_minus_mean.dropna(inplace=True)
get_stationarity(df_log_minus_mean)
plt.show()
```

```
plt.figure(5)
rolling_mean_exp_decay = df_log.ewm(halflife=12, min_periods=0,
adjust=True).mean()
df_log_exp_decay = df_log - rolling_mean_exp_decay
df_log_exp_decay.dropna(inplace=True)
get_stationarity(df_log_exp_decay)
plt.show()
```

```
plt.figure(6)
df_log_shift = df_log - df_log.shift()
df_log_shift.dropna(inplace=True)
get_stationarity(df_log_shift)
plt.show()
```