

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАДИМА ГЕТЬМАНА

Навчально-науковий інститут
«Інститут інформаційних технологій в економіці»
Кафедра математичного моделювання та статистики

Освітньо-професійна програма

Економічна кібернетика

Галузь знань

05 Соціальні та поведінкові науки

Спеціальність

051 Економіка

Форма навчання: очна (денна)

КВАЛІФІКАЦІЙНА БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

на тему «Методи прогнозування курсу криптовалют»
здобувача Миколюка Владислава Руслановича

(підпис)

Науковий керівник: доцент, к.е.н. Скіцько Володимир Іванович

(підпис)

Робота допущена до захисту перед екзаменаційною комісією
з атестації здобувачів вищої освіти (ЕК)

Завідувач кафедри ММС: кандидат фізико-математичних наук,
професор Великоіваненко Г.І.

(підпис)

Київ 2023

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАДИМА ГЕТЬМАНА**

**Навчально-науковий інститут
«Інститут інформаційних технологій в економіці»
Кафедра математичного моделювання та статистики**

ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНА ПРОГРАМА	ЕКОНОМІЧНА КІБЕРНЕТИКА
ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ	05 СОЦІАЛЬНІ ТА ПОВЕДІНКОВІ НАУКИ
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ	051 ЕКОНОМІКА

ПОГОДЖЕНО

Керівник проектної групи (гарант)
освітньо-професійної програми
О.М.Притоманова

(підпис)

20__ р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри математичного
моделювання та статистики
Г.І.Великоіваненко

(підпис)

20__ р.

ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

здобувачу вищої освіти Миколуку Владиславу Руслановичу

очної (денної) форми навчання

на підготовку кваліфікаційної бакалаврської роботи

на тему «Методи прогнозування курсу криптовалют»

Тему затверджено наказом ректора Університету від "___" _____ 20__ р. № _____

Кваліфікаційна бакалаврська робота виконується на матеріалах

___ наукових видань, статистичних даних із сайтів www.coinmarketcap.com

План кваліфікаційної бакалаврської роботи

Розділ 1	Теоретичні аспекти та тенденції розвитку криптовалют
(назва розділу)	
Розділ 2	Аналіз та прогнозування курсу криптовалют: існуючі підходи та виклики
(назва розділу)	

Розділ 3	Прогнозування курсу біткоїну
(назва розділу)	
Об'єкт дослідження:	криптовалюта та ринок криптовалют
Предмет дослідження:	аспекти та методи і моделі прогнозування курсу криптовалют.
Мета кваліфікаційної бакалаврської роботи:	здійснення прогнозу курсу криптовалюти (на прикладі біткоїн) за допомогою відповідної моделі через реалізацію у програмному середовищі PYTHON та формулювання відповідних висновків щодо майбутньої вартості криптовалюти

Конкретні завдання, які здобувач повинен виконати для досягнення поставленої мети:

У розділі 1	Ознайомитися із становленням криптовалюти та вихідними умовами формування ринку криптовалют. Дослідити сучасні аспекти функціонування ринку криптовалют. Ознайомитися із особливостями регулювання ринку криптовалют. Дослідити аспекти аналізу ринку криптовалют та чинники, які впливають на курс криптовалют. Дослідити місце криптовалют в сучасній економіці та вплив технологій, які використовують систем криптовалют, на сучасний світ.
У розділі 2	Дослідити використання різних графіків у процесах аналізу та прогнозування курсу криптовалют. Здійснити огляд методів прогнозування курсу криптовалют.
У розділі 3	Дослідити модель ARIMA в контексті її використання щодо прогнозування курсу криптовалют, зокрема, біткоїну. Здійснити аналіз та прогнозування курсу біткоїн на основі сформованого датасету за допомогою ARIMA у середовищі PYTHON. Сформулювати висновки щодо отриманих результатів.

**Завдання підготував
науковий керівник**

(підпис)

В.І. Скіцько

(ініціали, прізвище)

«____» _____ 20__ р.

**Завдання одержав
здобувач**

(підпис)

В.Р. Миколук

(ініціали, прізвище)

«____» _____ 20__ р.

Реферат

Кваліфікаційна бакалаврська робота містить 60 сторінок, 27 рисунків, список використаних джерел з 38 найменувань.

«Методи прогнозування курсу криптовалют»

Об'єктом дослідження є криптовалюта та ринок криптовалют.

Предметом дослідження є аспекти та методи і моделі прогнозування курсу криптовалют.

Мета даної роботи обумовлена її назвою та полягає у здійсненні прогнозу курсу криптовалюти (на прикладі біткоїн) за допомогою відповідної моделі через реалізацію у програмному середовищі PYTHON та формулювання відповідних висновків щодо майбутньої вартості криптовалюти.

Поставлена мета передбачає вирішення таких завдань у даній кваліфікаційній роботі:

- ознайомитися із становленням криптовалюти та вихідними умовами формування ринку криптовалют;
- дослідити сучасні аспекти функціонування ринку криптовалют;
- ознайомитися із особливостями регулювання ринку криптовалют;
- дослідити аспекти аналізу ринку криптовалют та чинники, які впливають на курс криптовалют;
- дослідити місце криптовалют в сучасній економіці та вплив технологій, які використовують систем криптовалют, на сучасний світ;
- дослідити використання різних графіків у процесах аналізу та прогнозування курсу криптовалют;
- здійснити огляд методів прогнозування курсу криптовалют;
- дослідити модель ARIMA в контексті її використання щодо прогнозування курсу криптовалют, зокрема, біткоїну;
- здійснити аналіз та прогнозування курсу біткоїн на основі сформованого датасету за допомогою ARIMA у середовищі PYTHON;
- сформулювати висновки щодо отриманих результатів.

Теоретична, методична та практична значущість отриманих результатів. Результати роботи в теоретичному аспекті поглиблюють розуміння факторів, що впливають на курс криптовалют, та принципів роботи різних методів прогнозування. В методичному аспекті результати можуть служити основою для розробки методичних рекомендацій та практичних інструментів для прогнозування курсу криптовалют. Це включає розробку моделей, алгоритмів та стратегій прогнозування, які можуть бути застосовані на практиці трейдерами, інвесторами та іншими учасниками ринку. Їх подальший розвиток може полегшити процес прогнозування та забезпечити кращі результати. Практичний аспект отриманих результатів має цінність для трейдерів, інвесторів та інших учасників ринку криптовалют, так як отриманий результат може використовуватися в обґрунтуванні прийняття рішень щодо купівлі, продажу або утримання криптовалютних активів. Використання ефективних методів прогнозування допомагає знизити ризики

Рік виконання кваліфікаційної бакалаврської роботи — 2023.

Рік захисту роботи— 2023.

Ключові слова: біткоїн, курс криптовалют, криптовалюта, блокчейн, аналіз, кореляційно-регресійний аналіз, кореляція, автокореляція, прогнозування, модель ARIMA, трейдер, графічний аналіз, фундаментальний аналіз, ринок.

В і д г у к
про кваліфікаційну бакалаврську роботу
здобувача навчально-наукового інституту
«Інститут інформаційних технологій в економіці»
освітньо-професійної програми «Економічна кібернетика»
Миколюка Владислава Руслановича
на тему «Методи прогнозування курсу криптовалют»

1. Актуальність теми: Стрімкий розвиток алгоритмів штучного інтелекту ще більше зацентрував уваги на цифрових трансформаціях у різних сферах економіки та суспільства. З іншої сторони, нестабільність сучасного світу змушує шукати нові способи збереження капіталу та його збільшення. Одним із таких способів на сьогодні є інвестування у криптовалюту. Не дивлячись на те, що наразі існує велика кількість криптовалют, проте домінуюче місце на ринку криптовалют займає біткоїн. А тому прогнозування вартості (курсу) криптовалют і насамперед біткоїну на сьогодні є досить актуальною темою.

2. Позитивні риси кваліфікаційної бакалаврської роботи: у роботі здобувач використовує багато публікацій останніх років, що зумовлює особливу цікавість до здійсненого у роботі огляду методів прогнозування курсу криптовалют та висвітлених аспектів функціонування ринку криптовалют.

3. Наявність самостійних розробок автора: практична частина роботи здійснення з використанням середовища Python та сформульовано висновки щодо отриманих результатів.

4. Цінність теоретичних висновків та практичних рекомендацій: дана кваліфікаційна робота може бути цікавою тим, кого цікавить актуальна інформація щодо ситуації на ринку криптовалют та підходів щодо оцінювання прогнозної вартості (курсу) криптовалют, зокрема, біткоїну.

5. Наявність недоліків: робота містить низку описок; доцільно огляд методів прогнозування було зробити більшим та здійснити кваліфікацію існуючих методів прогнозування курсу криптовалют у вигляді деякої схеми або таблиці, навести їх переваги та недоліки; стійкість використаного підходу прогнозування курсу криптовалюти доцільно було б показати на різних періодах даних та порівняти з фактичними; не в повній мірі здобувач обґрунтовує свої кроки у практичній частині роботи.

6. Загальна оцінка кваліфікаційної бакалаврської роботи та її допущення до захисту перед ЕК: Кваліфікаційна бакалаврська робота **Миколюка В.Р.** є завершеною кваліфікаційною працею, відповідає вимогам, що висунуто до таких робіт, може бути прийнята до захисту в Екзаменаційній комісії з атестації здобувачів вищої освіти та заслуговує гідної оцінки.

Науковий керівник:

кандидат економічних наук,
доцент кафедри економіко-математичного
моделювання ДВНЗ «Київський національний
економічний університет імені Вадима Гетьмана»

Скіцько В. І.

02 червня 2023 р.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ТА ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ КРИПТОВАЛЮТИ..	7
1.1 Основи криптовалюти та формування ринку криптовалют	7
1.2 Аспекти функціонування ринку криптовалют	10
1.3 Особливості регулювання ринку криптовалют	14
1.4 Аналіз ринку криптовалют.....	16
1.5 Місце криптовалют в сучасній економіці.....	18
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ КУРСУ КРИПТОВАЛЮТ: ІСНУЮЧІ ПІДХОДИ ТА ВИКЛИКИ	21
2.1 Графічний аналіз у процесах аналізу та прогнозування курсу криптовалют	21
2.2 Огляд методів прогнозування курсу криптовалют	28
РОЗДІЛ 3. ПРОГНОЗУВАННЯ КУРСУ БІТКОЇНУ	34
3.1 Аспекти моделі ARIMA.....	34
3.2 Крипто-інструменти для аналізу та прогнозування курсу біткоїн.....	38
3.3 Практичне застосування методу ARIMA в прогнозуванні курсу біткоїна	41
ВИСНОВКИ	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	56

ВСТУП

У сучасному світі криптовалюти стають все більш популярними, що призводить до збільшення інтересу до прогнозування їх курсів. Прогнозування курсу криптовалют є важливою задачею для трейдерів та інвесторів, які прагнуть здійснювати успішні операції на фінансових ринках. Однак, невизначеність та висока волатильність ринку криптовалют роблять цю задачу складною та вимагають використання відповідних математичних моделей та методів аналізу даних.

У даній кваліфікаційній бакалаврській роботі досліджується проблема прогнозування курсу криптовалют та розглядаються різні методи та моделі для розв'язання цієї задачі. Дослідження включає аналіз та порівняння різних методів прогнозування, таких як часові ряди, машинне навчання, нейронні мережі, а також їхню ефективність та точність прогнозування курсу криптовалют на основі реальних даних.

Актуальність теми роботи полягає в тому, що криптовалюти стали значним фінансовим активом із зростаючою популярністю. Вони привертають увагу інвесторів, трейдерів та фахівців з фінансової сфери, оскільки пропонують нові можливості для отримання прибутку.

Прогнозування курсу криптовалют має велике значення для інвесторів, які хочуть прийняти обґрунтовані торговельні рішення та зменшити ризики. Відомо, що курси криптовалют відображають значну волатильність і можуть досить швидко змінюватися. Тому наявність ефективних методів прогнозування курсу криптовалют є критичною для успішної торгівлі та інвестування.

Наявність різноманітних методів прогнозування курсу криптовалют, таких як технічний аналіз, фундаментальний аналіз та аналіз великих даних, дозволяє трейдерам та інвесторам мати більш об'єктивну картину ринку та здійснювати інформовані рішення. Постійний розвиток технологій і алгоритмів машинного навчання також вносить свій внесок у покращення точності прогнозування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема прогнозування курсу криптовалют є актуальною та вивчається багатьма науковцями та фахівцями в усьому світі, серед яких зазначимо таких як В. Дербенцев, Н. Даценко, О. Степаненко [1], M. Samaddar, R. Roy, D. Sayantani. [2], Suhwan, K. Jongmin, I. Nyeonseung [3], Яхін С. Л. [4], Макарчук О. [5] та інші.

Загалом, ці дослідження показують значущість використання методів машинного навчання, регресійних моделей та глибокого навчання для прогнозування курсу криптовалют.

Мета і завдання дослідження. Мета даної роботи обумовлена її назвою та полягає у здійсненні прогнозу курсу криптовалюти (на прикладі біткоїн) за допомогою відповідної моделі через реалізацію у програмному середовищі PYTHON та формулювання відповідних висновків щодо майбутньої вартості криптовалюти.

Поставлена мета передбачає вирішення таких завдань у даній кваліфікаційній роботі:

- ознайомитися із становленням криптовалюти та вихідними умовами формування ринку криптовалют;
- дослідити сучасні аспекти функціонування ринку криптовалют;
- ознайомитися із особливостями регулювання ринку криптовалют;
- дослідити аспекти аналізу ринку криптовалют та чинники, які впливають на курс криптовалют;
- дослідити місце криптовалют в сучасній економіці та вплив технологій, які використовують систем криптовалют, на сучасний світ;
- дослідити використання різних графіків у процесах аналізу та прогнозування курсу криптовалют;
- здійснити огляд методів прогнозування курсу криптовалют;
- дослідити модель ARIMA в контексті її використання щодо прогнозування курсу криптовалют, зокрема, біткоїну;

- здійснити аналіз та прогнозування курсу біткоїн на основі сформованого датасету за допомогою ARIMA у середовищі PYTHON;
- сформулювати висновки щодо отриманих результатів.

Об'єктом дослідження є криптовалюта та ринок криптовалют.

Предметом дослідження є аспекти та методи і моделі прогнозування курсу криптовалют.

Методи дослідження. Основою для кваліфікаційної роботи стали роботи науковців та фахівців щодо різноманітних аспектів аналізу, оцінювання та прогнозування вартості (курсу) криптовалют. Під час виконання роботи було використано відомі підходи, наприклад, технічні індикатори, графіки цін та історичні дані для аналізу руху цін та прогнозування майбутніх трендів і ARIMA . Для здійснення розрахунків було використано середовище програмування PYTHON.

Теоретична, методична та практична значущість отриманих результатів. Результати роботи в теоретичному аспекті поглиблюють розуміння факторів, що впливають на курс криптовалют, та принципів роботи різних методів прогнозування. В методичному аспекті результати можуть служити основою для розробки методичних рекомендацій та практичних інструментів для прогнозування курсу криптовалют. Це включає розробку моделей, алгоритмів та стратегій прогнозування, які можуть бути застосовані на практиці трейдерами, інвесторами та іншими учасниками ринку. Їх подальший розвиток може полегшити процес прогнозування та забезпечити кращі результати. Практичний аспект отриманих результатів має цінність для трейдерів, інвесторів та інших учасників ринку криптовалют, так як отриманий результат може використовуватися в обґрунтуванні прийняття рішень щодо купівлі, продажу або утримання криптовалютних активів. Використання ефективних методів прогнозування допомагає знизити ризики та збільшити шанси на успішні операції на криптовалютному ринку.

Інформаційною базою в даній кваліфікаційній роботі є публікації різних авторів, онлайн-платформа для аналізу фінансових ринків та створення торгових

стратегій, яка надає широкий спектр інструментів та функцій для технічного аналізу, побудови графіків та отримання реального часу даних ринків, <https://coinmarketcap.com/>.

Структура кваліфікаційної роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, трьох розділів, висновків та списку бібліографічних посилань використаних джерел.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ТА ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ КРИПТОВАЛЮТИ

1.1 Основи криптовалют та формування ринку криптовалют

В останні роки ринок криптовалют став однією з найбільш обговорюваних тем у світі фінансів та технологій. Криптовалюта – це цифрова валюта, яка працює на основі криптографічних принципів без потреби участі центрального банку чи іншої централізованої інституції [6]. Ринок криптовалют - це ринок, на якому купують та продають криптовалюту.

Прогнозування криптовалют були предметом інтенсивних досліджень і вивчення з моменту їх виникнення. Вони привернули значну увагу академічних колективів, експертів з фінансів, економістів та інших галузей:

1. В. Дербенцев, Н. Даценко, О. Степаненко у роботі [1] досліджують різні методи машинного навчання, зокрема нейронні мережі, для аналізу та прогнозування цінових часових рядів криптовалют. Вони використовують історичні дані цін на криптовалюту, а також інші фактори, що можуть впливати на ціни, наприклад, обсяг торгів, індикатори технічного аналізу тощо. Автори статті детально описують методи, які вони використовують, такі як LSTM (Довга короткочасна пам'ять) нейронні мережі та авторегресійні моделі. Вони проводять експерименти з різними криптовалютами і порівнюють ефективність різних моделей прогнозування.

2. М. Samaddar, R. Roy, D. Sayantani. у праці [2] використовують історичні дані про вартість біткоїн та інші відомості, які можуть впливати на ціни криптовалют, такі як обсяг торгів, популярність та новини. Вони порівнюють різні алгоритми машинного навчання, такі як лінійна регресія, дерева рішень, наївний Баєсовий класифікатор, метод опорних векторів (SVM) та нейронні мережі. Автори ретельно аналізують результати прогнозування кожного алгоритму та порівнюють їх ефективність. Вони оцінюють точність прогнозів,

ризики та інші показники для кожного алгоритму, що дає змогу зробити висновки про його придатність для прогнозування вартості біткоїн.

3. Suhwan, K. Jongmin, I. Hyeonseung. у праці [3] використовують історичні дані ціни біткоїн і виконують прогнозування за допомогою різних архітектур глибоких нейронних мереж. Вони порівнюють ефективність таких моделей, як рекурентні нейронні мережі (RNN), LSTM мережі, а також надточні нейронні мережі (CNN).

Автори проводять аналіз точності та ефективності кожної моделі, використовуючи різні метрики оцінки. Вони також розглядають вплив різних параметрів та конфігурацій моделей на прогнозні результати.

Ця стаття є прикладом дослідження, що порівнює різні методи глибокого навчання для прогнозування ціни біткоїн. Вона може бути корисною для дослідників та експертів, які цікавляться застосуванням глибокого навчання для прогнозування криптовалют та порівнянням ефективності різних архітектур нейронних мереж.

4. Яхін С. Л. у своїй науковій роботі [4] розглядає різні підходи та методи, які можна використовувати для прогнозування курсу криптовалюти. Він проводить огляд наявних методів прогнозування, таких як технічний аналіз, аналіз фундаментальних факторів, статистичні моделі, а також застосування машинного навчання та глибокого навчання.

Далі, дослідник пропонує власний метод прогнозування курсу криптовалюти, базуючись на певних підходах та алгоритмах. Він описує деталі розробленого методу та пояснює, які фактори враховуються при прогнозуванні курсу криптовалюти.

Крім того, робота включає розробку програмного засобу, який реалізує запропонований метод прогнозування. Дослідник описує архітектуру та функціональні можливості програмного засобу і надає детальну інструкцію щодо його використання.

5. Макарчук О. В своїй роботі [5] описує прогностичну модель котирувань BTC на основі квадратичної та логарифмічної регресії. Та займається

побудовою та аналізом ефективності прогнозу динаміки курсу BTC на основі квадратичної та логарифмічної регресії

Розглянемо загальні відомості та визначення про ринок криптовалют, та хто став створив першу цифрову валюту.

Криптовалюти не потребують участі центрального банку або іншої централізованої інституції та дозволяють користувачам взаємодіяти без посередників.

Ринок криптовалют може бути централізованим, де торгівля відбувається на платформах з централізованим управлінням, або децентралізованим, де торгівля відбувається безпосередньо між користувачами без участі посередників.

Першою криптовалютою був біткоїн, який був створений у 2009 році невідомою особою чи групою людей, які використовували псевдонім Сатоші Накамото, він випустив статтю в якій детально описав принципи роботи цифрової валюти [7]. У перші роки існування біткоїн він не мав значної вартості та був мало відомим. Проте з часом його популярність почала зростати, а у 2013 році відбувся значний прорив для біткоїн, коли його ціна зросла з кількох доларів до піку в \$1,242 [8]. Проте котирування біткоїн 20 жовтня 2021 року пробили історичний максимум і вирости до 67 053 доларів. Проте, ця бурхлива зростаюча тенденція не могла тривати довго і наступні роки були складними для криптовалютного ринку. Значні цінові коливання, відсутність регулювання та багато інших факторів призвели до того, що ціна на біткоїн та інші криптовалюти значно коливалась.

Проте, попри складнощі, ринок криптовалют продовжував розвиватися та відкривати нові можливості. Також у 2015 році відбувся реліз Ethereum — другої за величиною криптовалюти. Ethereum відрізняється від біткоїн тим, що дозволяє використовувати блокчейн для створення розумних контрактів та децентралізованих додатків.

З часом на ринку з'явилися інші криптовалюти та проекти, які дозволяли вирішувати проблеми, що виникали при використанні біткоїн та Ethereum.

Наприклад, Ripple був створений для миттєвих грошових переказів, а Litecoin - для більш швидких та ефективних транзакцій.

Однією з найбільш помітних особливостей ринку криптовалют є його висока волатильність. Ціни на криптовалюти можуть значно змінюватися з дня на день, навіть з години на годину. Це пов'язано з тим, що на ринку криптовалют не існує чіткого регулювання та відсутність стабільної фінансової інфраструктури.

Іншою особливістю ринку криптовалют є те, що він зазвичай діє без посередників. Це дозволяє користувачам здійснювати прямі транзакції між собою без участі банків та інших фінансових посередників. Це створює більшу свободу та незалежність від централізованих інституцій, проте також може призвести до певних ризиків, наприклад, до шахрайства та крадіжки криптовалют [9].

Ще однією характеристикою ринку криптовалют є його глобальний характер. Криптовалюти можуть бути використані в будь-якій частині світу, де є доступ до Інтернету. Це створює більші можливості для міжнародної торгівлі та зменшує вплив валютних ризиків.

Загалом, ринок криптовалют є важливим феноменом сучасної фінансової системи. Він створює нові можливості для інвесторів та користувачів, проте також потребує обережного підходу та уважної аналітики перед здійсненням будь-яких операцій. Регулювання ринку криптовалют також є важливим питанням, яке потребує уваги від урядів та регуляторів.

1.2 Аспекти функціонування ринку криптовалют

Функціонування ринку криптовалют забезпечується різними механізмами та інструментами. Для того, щоб криптовалюти могли бути куплені та продані, необхідно мати доступ до криптовалютної біржі. Розглянемо для початку структуру ринку криптовалют, яка складається з наступних складових [10]:

1. Криптовалютні біржі. Це онлайн-платформи, які дозволяють користувачам купувати та продавати криптовалюти за допомогою різних методів оплати. На біржах можуть бути різні котирування та комісії, тому важливо обрати правильну біржу для здійснення операцій.

2. Криптовалютні гаманці. Це програми, які зберігають приватні ключі, необхідні для здійснення транзакцій з криптовалютами. Гаманці можуть бути онлайн- або офлайн-програмами, а також можуть бути інтегровані з біржами.

3. Майнери — це користувачі, які надають обчислювальну потужність для підтвердження транзакцій та добування нових блоків у блокчейні.

4. Розробники. Розробники створюють різні криптовалюти та платформи для їх обігу. Вони також відповідають за удосконалення безпеки криптовалют та розробку нових функцій.

5. Інвестори. Інвестори купують криптовалюти з метою збільшення їх вартості та отримання прибутку.

6. Регулятори. Уряди та регулятори відповідають за контроль за ринком криптовалют та захист прав споживачів.

Також для здійснення операцій на ринку криптовалют використовуються такі механізми та інструменти [11]:

1. Торгівельні платформи. Торгівельні платформи дозволяють користувачам купувати та продавати криптовалюти за допомогою різних методів оплати. На платформах можуть бути доступні різні види замовлень, такі як ринкові замовлення, лімітні замовлення та замовлення stop-loss.

2. API (Інтерфейс прикладного програмування) — це набір програмних інструментів, які дозволяють програмістам з'єднуватися з біржевим сервером та взаємодіяти з ним. Це дає можливість створювати власні програми для автоматизації процесів торгівлі криптовалютами.

3. Двофакторна аутентифікація — це процес підтвердження ідентичності користувача за допомогою двох факторів, зазвичай пароллю та SMS-повідомлення або мобільного додатку. Це допомагає захистити обліковий запис користувача від несанкціонованого доступу.

4. Криптографія — це наука про захист інформації за допомогою різних методів шифрування. У криптовалютному світі криптографія використовується для захисту приватних ключів та забезпечення безпеки транзакцій.

5. Блокчейн — це технологія, яка дозволяє зберігати та передавати інформацію безпечним та децентралізованим способом. У криптовалютному світі блокчейн використовується для зберігання та передачі транзакцій та створення безпечних контрактів.

6. Майнери - це користувачі, які вирішують складні математичні завдання, щоб підтвердити транзакції та додати їх до блокчейну. За свою роботу майнери отримують нагороду в криптовалюті.

7. Криптовалютні біржі - це компанії, які забезпечують платформу для купівлі та продажу криптовалют. Біржі зазвичай забезпечують безпеку, швидкість та ліквідність для торгівлі криптовалютами.

8. Інвестори - це люди або компанії, які інвестують в криптовалюту з метою отримання прибутку. Інвестори можуть тримати свої криптовалюту на біржах, у холодних гаманцях або в інших електронних гаманцях.

9. Розробники криптовалют - це команди програмістів, які розробляють та підтримують криптовалюту. Вони відповідають за безпеку, функціональність та розвиток криптовалютних технологій.

Усі ці механізми та інструменти допомагають забезпечити функціонування ринку криптовалют та забезпечити безпеку та прозорість транзакцій для користувачів. Також вони дозволяють створити максимально ефективний ринок криптовалют, де підприємства та інвестори можуть здійснювати торгівлю з найменшими витратами та ризиками.

Структура ринку криптовалют може варіюватись в залежності від країни та регулювань [12]. У більшості випадків ринок криптовалют є децентралізованим та не підпорядковується регуляторам. Однак у деяких країнах є деякі регулятори, які намагаються контролювати ринок криптовалют з метою запобігання шахрайства, відмивання грошей та фінансування тероризму. Нижче наведу декілька прикладів які діють до сих пір [29]:

1. У вересні 2017 року Китайський Народний Банк заборонив проведення ICO (Початкові пропозиції монет) і націлювся на нелегальні криптовалютні біржі.

У вересні 2019 року криптовалюти були офіційно заборонені в Китаї, включаючи обмін та торгівлю.

Проте, Китай активно досліджує технологію блокчейну та розробляє власну цифрову валюту, яка може бути регульована державою.

2. У 2017 році Японія офіційно визнала біткоїн та інші криптовалюти як законний засіб платежу.

Японська Фінансова Служба встановила ліцензування та регулювання криптовалютних бірж для забезпечення безпеки та захисту інвесторів.

3. У США криптовалюти підлягають різним правовим регуляторам залежно від їх класифікації, наприклад, як цінні папери або товари.

Комісія з цінних паперів і бірж (SEC) використовує регулювання для контролю ICO та ринку цифрових активів.

Фінансовий наглядовий орган (FinCEN) встановлює вимоги до криптовалютних обмінників та інших суб'єктів, що здійснюють операції з криптовалютами.

Інструменти та механізми функціонування ринку криптовалют [11]:

1. Гаманці криптовалют: це програми для зберігання та управління криптовалютами, які можуть бути встановлені на комп'ютер або мобільний пристрій. Кошельки дозволяють користувачам здійснювати транзакції з криптовалютами та переказувати їх на інші адреси.

2. Майнінг: це процес створення нових блоків в блокчейні криптовалют шляхом розв'язання математичних задач. Майнери отримують винагороду за кожен новий блок, що створюється. Майнінг є важливим механізмом функціонування багатьох криптовалют, включаючи біткоїн.

3. Смарт-контракти: це програмні коди, які запускаються в блокчейні та автоматизують виконання угод між користувачами. Смарт-контракти дозволяють створювати безпечні та автоматизовані угоди без необхідності посередництва третіх осіб.

4. ICO – це процес залучення коштів на стартап за допомогою випуску нової криптовалюти. Інвестори можуть придбати нову криптовалюту в обмін на іншу криптовалюту або фіатні кошти. ICO є популярним інструментом залучення коштів для стартапів в галузі блокчейну та криптовалют.

1.3 Особливості регулювання ринку криптовалют

Позиція різних країн щодо регулювання ринку криптовалют може бути різною і визначатися різними чинниками, такими як політична ситуація, економічна стабільність, інтереси бізнесу та інші фактори.

У деяких країнах криптовалюти отримали офіційний статус [36]:

1. Ель Сальвадор став першою країною, яка прийняла біткоїн як офіційну валюту.
2. Єгипет офіційно визнав можливість використання криптовалют для платежів.
3. У Японії біткоїн має статус легального засобу платежу з 2017 року. Країна визнала й інші криптовалюти, регулюючи їх згідно з законодавством.
4. Швейцарія визнала криптовалюти як легальний засіб платежу, а також створила благодійні фонди для фінансування проектів на основі blockchain.
5. У Нідерландах криптовалюти вважаються легальними, і криптобіржі та компанії повинні відповідати вимогам щодо запобігання відмиванню грошей та фінансуванню тероризму.

Проте в інших їх регулювання заборонено або знаходиться в сірій зоні. Наприклад, у Японії криптовалюти визнані офіційним засобом платежу, а в Китаї торгівля криптовалютами заборонена. У США криптовалюти вважаються майном, а регулювання проводиться на рівні штатів. Одним з головних ризиків нерегульованого ринку криптовалют є можливість використання криптовалют для нелегальних операцій, таких як відмивання грошей, фінансування тероризму та

інші злочини [13]. Також, без регулювання і контролю відповідних органів держави, існує можливість обману та шахрайства на ринку криптовалют. З іншого боку, деякі експерти вважають, що надмірне регулювання може зупинити розвиток ринку криптовалют та інновацій в галузі блокчейн-технологій. Тому, для забезпечення стійкого розвитку ринку криптовалют, важливо знайти баланс між регулюванням та свободою ринку. Згідно з дослідженнями, нерегульований ринок криптовалют несе в собі певні ризики і виклики, зокрема [14]:

1. Ризик більш високої волатильності: на нерегульованому ринку криптовалют немає засобів контролювати ціну і кількість криптовалют, що може призвести до різких коливань ціни.

2. Ризик фінансових шахрайств: нерегульований ринок криптовалют приваблює шахраїв, які можуть створювати фіктивні криптовалюти, використовувати підставні акаунти, проводити маніпуляції з цінами та інші види шахрайства.

3. Ризик легалізації злочинних угруповань: нерегульований ринок криптовалют може бути використаний злочинними угрупованнями для легалізації отриманих шляхом незаконної діяльності коштів, що ускладнює боротьбу зі злочинністю.

4. Ризик недостатнього захисту прав споживачів: на нерегульованому ринку криптовалют можуть виникати проблеми з безпекою та захистом прав споживачів, зокрема, можуть відбуватися крадіжки та втрати криптовалют.

5. Ризик небезпеки для фінансової стабільності: нерегульований ринок криптовалют може стати причиною нестабільності на фінансовому ринку та впливати на фінансову стабільність.

Деякі експерти вважають, що глобальне регулювання криптовалют буде складно здійснити через відмінності в правових системах різних країн. Однак, існує потреба у встановленні загальноприйнятих міжнародних стандартів та норм, щоб зменшити ризики, пов'язані з розвитком криптовалют та їх використанням у злочинних діях. Регулювання ринку криптовалют має свої виклики та ризики, однак, зростаюча популярність та широке використання криптовалют вказує на

те, що вони стають все більш важливими для економіки та фінансової системи в цілому. Тому, потрібно знайти баланс між регулюванням та інноваціями, щоб забезпечити стабільність та розвиток цього ринку.

1.4 Аналіз ринку криптовалют

Аналіз ринку криптовалют є важливим інструментом для розуміння тенденцій, поведінки та потенційних можливостей у цьому швидкозмінному секторі. Він дозволяє досліджувати ринкові умови, оцінювати ризики та потенційні доходи, а також приймати обґрунтовані рішення щодо інвестування та торгівлі криптовалютами.

Однією з головних особливостей ринку криптовалют є їх висока волатильність, тобто швидке та сильне коливання цін на ці активи. У деяких випадках коливання можуть досягати декількох десятків відсотків за день. Водночас, з часом кількість криптовалют на ринку збільшується, що призводить до зниження волатильності деяких з них. Найбільш популярні криптовалюти, такі як біткоїн та Ethereum, мають стабільну тенденцію до зростання цін в довгостроковій перспективі, хоча коливання на короткій дистанції можуть бути дуже значними. Так, наприклад, в 2021 році біткоїн зріс у ціні більше ніж у 300% , а Ethereum - більше ніж у 400%.

Перспективи розвитку ринку криптовалют є досить широким питанням, яке стає все більш актуальним з розвитком технологій блокчейн та зростанням зацікавленості в цьому сегменті ринку. Одним із головних факторів, що впливають на розвиток ринку криптовалют, є регуляторна сфера. В багатьох країнах є певні вимоги та обмеження щодо використання криптовалют, тому розвиток цього ринку залежить від правового статусу криптовалют у різних країнах.

Інший важливий фактор - це прийняття технології блокчейн у більш широкому спектрі сфер, таких як фінанси, логістика, медицина, нерухомість, право та інші. Зростає кількість проектів, які використовують технологію блокчейн та криптовалют, тому можна очікувати розвитку крипторинку на засадах таких проектів.

Також, зростає інтерес інституційних інвесторів до криптовалют, що може стати додатковим каталізатором розвитку ринку. Відкриття криптовалютних фондів та інших інституційних інвестиційних продуктів, що пов'язані з криптовалютами, може сприяти зростанню попиту на криптовалюту та збільшенню їх ринкової капіталізації.

Загалом, можна очікувати, що ринок криптовалют продовжить свій розвиток, але на якому саме шляху це станеться та які нові тенденції виникнуть - це ще залишається відкритими питаннями .

Новини та події мають великий вплив на ринок криптовалют, який є досить вразливим до змін на різних рівнях [15]. Наприклад, високопрофільні новини про регулювання криптовалют можуть привести до різкого падіння цін на ринку. З іншого боку, позитивні новини про використання криптовалют можуть підвищити їх популярність та призвести до зростання цін.

Однією з таких подій є введення різних законодавчих норм та регулювань. Наприклад, в 2021 році Китай заборонив використання криптовалют в платежах, що призвело до значного падіння цін на біткоїн та інші криптовалюту [8]. Також, інші країни вводять свої законодавчі норми, які можуть впливати на ринок криптовалют у майбутньому. Також, важливу роль у впливі на ринок грають соціальні мережі та ЗМІ. Наприклад, публікація відомої людини про те, що він чи вона інвестує в криптовалюту, може призвести до зростання її ціни. Також, новини про вразливості технології блокчейн та крадіжки криптовалют можуть призвести до падіння цін.

Отже, вплив новин та подій на ринок криптовалют є непередбачуваним, іноді може бути дуже значним, тому необхідно враховувати цей фактор при інвестуванні в криптовалюту.

1.5 Місце криптовалют в сучасній економіці

Роль криптовалют в економіці включає ряд аспектів, які варто враховувати при дослідженні їх впливу на глобальну та регіональну економіку. Ось кілька ключових пунктів для розгляду:

Фінансова стабільність: Криптовалюти можуть впливати на фінансову стабільність, оскільки їх використання може змінювати традиційні фінансові моделі. Високі коливання цін криптовалют можуть створювати ризики для інвесторів та фінансової системи в цілому. Однак, криптовалюти також можуть служити альтернативою для тих, хто не має доступу до традиційних фінансових послуг, що може сприяти фінансовій стабільності у деяких регіонах [31].

Інвестиції: Криптовалюти створюють нові можливості для інвесторів із різних частин світу. Вони можуть бути використані для залучення капіталу на стартапи через (ICO) або STO (Пропозиції маркерів безпеки). Однак, існують ризики вкладання коштів у криптовалюти, такі як високі коливання цін та можливість шахрайства.

Нові ринки: Криптовалюти відкривають нові ринки та можливості для торгівлі. Вони можуть сприяти зростанню глобальної торгівлі та забезпечувати доступ до фінансових послуг для тих, хто раніше не мав його. Наприклад, блокчейн-технологія може спростити та знизити вартість міжнародних грошових переказів.

Трансформація фінансових послуг: Криптовалюти та блокчейн-технологія можуть перетворити традиційні фінансові послуги, такі як платежі, кредитування, страхування та управління активами [32]. Смарт-контракти, які базуються на блокчейні, можуть автоматизувати виконання умов угод та забезпечувати більшу ефективність та безпеку у фінансових операціях.

Варто враховувати, що криптовалюти ще знаходяться на етапі швидкого розвитку і регулювання, тому їх вплив на економіку може бути складним для

оцінки. Дослідження в цій області постійно проводяться для розуміння потенціалу криптовалют та їх впливу на світову економіку.

Останні роки були періодом значного розвитку та інновацій в галузі криптовалют. Тут є огляд деяких ключових тенденцій та інновацій, зокрема впровадження смарт-контрактів, розвиток децентралізованих фінансових платформ (DeFi) та інших нових технологій:

Смарт-контракти: Смарт-контракти - це програмні коди, які автоматизують виконання угод на базі блокчейну. Ethereum є однією з провідних платформ, яка підтримує смарт-контракти, але інші блокчейн-платформи також розробляють та впроваджують свої власні рішення. Смарт-контракти відкривають широкі можливості для автоматизації угод і створення нових децентралізованих додатків.

Децентралізовані фінансові платформи (DeFi): DeFi - це екосистема фінансових додатків, які базуються на блокчейні та використовують смарт-контракти для надання фінансових послуг без посередництва традиційних фінансових установ. DeFi включає такі послуги, як позики, стейблкоїни, обмін активів та фінансові похідні. Цей сектор зазнав значного зростання, і нові проекти та інновації постійно з'являються.

Масштабування блокчейнів: Проблеми масштабування були серйозним обмеженням для багатьох блокчейн-платформ. Однак, останні інновації пропонують різні підходи для розв'язання цих проблем. Наприклад, платформи, такі як Ethereum, розробляють рішення масштабування другого рівня, такі як блокчейни-мости, розширювачі масштабування та бокові ланцюги.

Цифрові стабільні монети: Цифрові стабільні монети, або стейблкоїни, є криптовалютами, прив'язаними до реальних активів, таких як фіатні валюти (наприклад, долар США) або товари. Вони надають стабільність цінам криптовалют та можуть бути використані для зниження волатильності на ринку.

Нові консенсус-протоколи: Консенсус-протоколи визначають, як блокчейн досягає консенсусу та підтверджує транзакції. Останні інновації пропонують нові підходи до консенсусу, такі як Доказ ставки (PoS), Делегований доказ частки

(DPoS) та інші. Ці протоколи можуть покращити швидкість та енергоефективність блокчейнів.

Інтеграція з традиційними фінансовими послугами: Деякі криптовалютні компанії та блокчейн-платформи шукають способи інтеграції з традиційними фінансовими послугами. Наприклад, впровадження цифрових акцій, використання блокчейну в міжнародних платежах або створення цифрових інвестиційних фондів.

Ці тенденції та інновації в галузі криптовалют постійно розвиваються, і майбутнє цієї галузі обіцяє багато нових можливостей та викликів.

РОЗДІЛ 2.

АНАЛІЗ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ КУРСУ КРИПТОВАЛЮТ: ІСНУЮЧІ ПІДХОДИ ТА ВИКЛИКИ

2.1 Графічний аналіз у процесах аналізу та прогнозування курсу криптовалют

Графічний аналіз, прогнозування криптовалюти та застосування машинного навчання є важливими компонентами для розуміння та прогнозування руху цін на криптовалютному ринку.

Графічний аналіз використовується для візуалізації цінових графіків криптовалют та виявлення патернів, трендів та інших ключових моментів. Шляхом аналізу графіків, торговці та інвестори можуть отримати інформацію про історичні тенденції та поведінку ринку, що допомагає прогнозувати майбутні зміни цін. До інструментів графічного аналізу входять підтримка й опірні рівні, тенденційні лінії, індикатори та інші елементи, які допомагають виявляти сигнали для прийняття торгових рішень .

Машинне навчання використовується для покращення прогнозування цін на криптовалюту шляхом аналізу великого обсягу даних та виявлення складних залежностей. За допомогою алгоритмів машинного навчання, таких як нейронні мережі, дерева рішень, градієнтний бустінг та інші, можна побудувати моделі, які враховують багатофакторний аналіз та підбирають оптимальні параметри для прогнозування цінових змін. Це дозволяє отримати більш точні прогнози та зробити кращі рішення щодо купівлі, продажу або управління ризиками на криптовалютному ринку.

Поєднання графічного аналізу та машинного навчання допомагає зробити прогнозування цін криптовалют більш точним та надійним. Аналізуючи цінові графіки та використовуючи моделі машинного навчання, трейдери та інвестори можуть отримати більш повне уявлення про ринкову ситуацію та прийняти

обґрунтовані рішення щодо своїх інвестиційних стратегій. Тому для початку ми розглянемо як за допомогою аналізу графіку можна спрогнозувати курс криптовалюти та якими допоміжними елементами можна користуватись.

При аналізі та прогнозуванні криптовалюти, графіки є невід'ємною частиною процесу прийняття рішень. Графіки допомагають інтерпретувати та розуміти цінову динаміку та поведінку ринку, а також прогнозувати майбутні зміни.

Кожна точка на графіку містить інформацію про зміну ціни протягом певного періоду часу. Як правило, ця інформація містить чотиризначні пункти:

1. ціну відкриття (open, ціна інструменту на момент початку даного періоду);
2. найвищу ціну (high, максимальне значення, досягнуте ціною протягом даного періоду);
3. найменшу ціну (low, мінімальне значення, досягнуте ціною протягом даного періоду);
4. ціну закриття (close, ціна інструменту на момент закінчення даного тимчасового періоду) або поточну ціну (якщо даний тимчасовий період ще не закінчено).

У процесі роботи з крипто-інструментами використовуються різні графіки, які буде розглянуто далі.

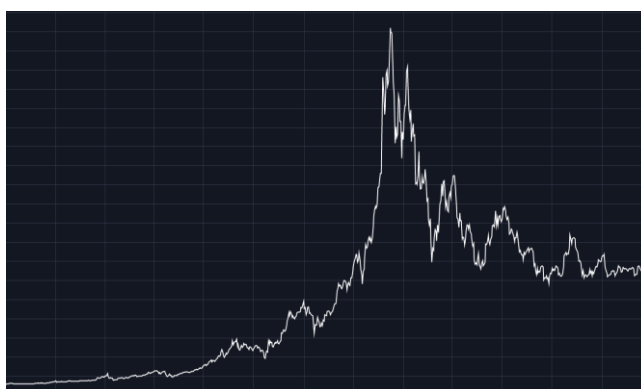


Рисунок 2.1 – Приклад лінійного графіку

Джерело: розроблено автором

Лінійний графік. Це графік у вигляді кривої, що з'єднується через певні точки в заданій системі координат. Приклад графіку наведено на рис 2.1. Такий

графік відображає зазвичай закриття - close, на момент закінчення даного тимчасового періоду і його прийнято називати лінійним.

Для трейдерів лінійний графік є недостатньо інформативним через відсутність обов'язкових даних, таких як: open, high, low. Перевагою даного виду графіка є відсутність «шуму», що допомагає ідентифікувати напрямки ціни та її важливі рівні.

Нижче наведений приклад свічного графіку (див. рис.2.2)

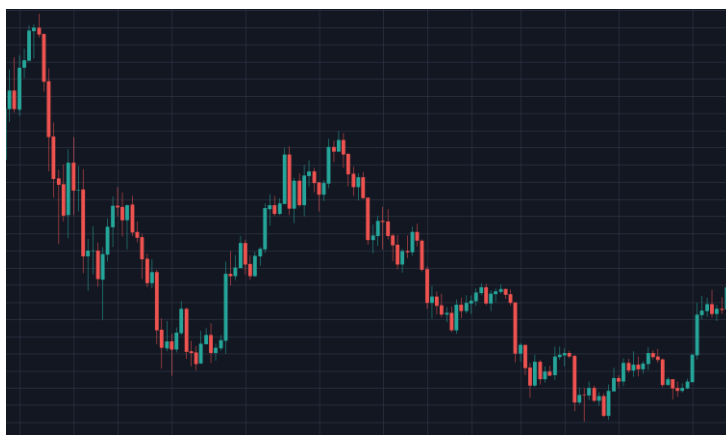


Рисунок 2.2 – Приклад свічного графіку

Джерело: розроблено автором

Елементами графіка цього є так звані «японські свічки» (див. рис.2.3) [20]. Кожна свічка є прямокутником, вертикальні грані якого паралельні осі цін, а горизонтальні, відповідно – осі часу. Прямокутник показаний нижче називають тілом свічки. До середин верхньої і нижньої грані цього прямокутника можуть примикати відрізки, які зветься тінею.

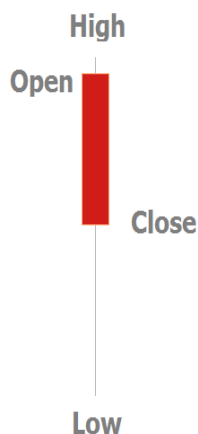


Рисунок 2.3 – Приклад японської свічки

Джерело: Binance.com

Рівні підтримки та опору [21] - це важливі рівні цін, на яких продавці або покупці масово входять на ринок з достатнім обсягом, щоб зупинити або змінити напрямок руху цін (див. рис.2.4). Трейдери використовують ці рівні, щоб визначити, яка сторона (покупці або продавці) домінує на ринку. Лінії підтримки будуються за мінімумами або низами піків цін, а лінії опору - за максимумами або висотами піків цін. Визначення цих рівнів одна із ключових правил технічного аналізу. Якби це не виглядало банально, корисність та інформативність рівнів при прийнятті торгових рішень складно порівняти з іншим індикатором для аналізу поведінки ціни. Рівні мають магнітний ефект, який має властивість притягувати до себе ціну.



Рисунок 2.4 – Приклад лінії підтримки та опіру

Джерело: розроблено автором

Опір (див. рис.2.5)

Під час зростаючого руху значення впирається в «стелю», тобто досягне точки, де рух припиняється і відбувається зворотній рух.

У цей момент на ринок виходять продавці. Вони виходять з обсягом, який дозволяє їм скористатися перевагами покупців і зупинити подальше зростання цін.

Коли це станеться, під тиском продавців зростання ціни, ймовірно, припиниться. Якщо ціна знову повернеться до рівня спротиву, що вже сформувався, то продавці з найбільшою ймовірністю знову будуть входити в ринок, намагаючись розгорнути ціну вниз.



Рисунок 2.5 – Приклад лінії опору

Джерело: розроблено автором

Підтримка – це рівень ціни, коли у ринок входять покупці.

Під час руху вниз ціна впирається в «підлогу». У цей момент покупці виходять на ринок з обсягом, який дозволяє їм скористатися перевагами продавців і зупинити подальше падіння ціни (див. рис.2.6).

Коли це відбувається, створюється рівень підтримки. Підтримку можна використовувати так само, як і опір, за винятком того, що а цьому рівні вам потрібно відкрити довгу позицію і закрити коротку.



Рисунок 2.6 – Приклад лінії підтримки

Джерело: розроблено автором

Паттерн у перекладі з англійської означає «шаблон». Це тактична ситуація на ринку, яка дає суттєві шанси на рух ціни у строго певну сторону (див. рис.2.7).

За роки існування біржових ринків було виділено низку класичних графічних паттернів [22], які дозволяють досить точно спрогнозувати майбутній рух ціни. Використовувати цей аналіз у торгівлі досить просто – потрібно знати сам паттерн та наслідки його появи – продовження тренду або розворот. Відкривати угоду потрібно після закриття останньої свічки паттерну, щоб уникнути помилкового сигналу.

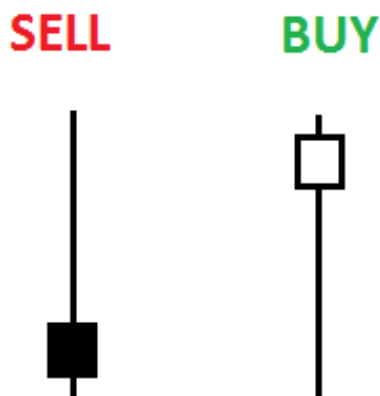


Рисунок 2.7 – Приклад свічкових паттернів

Джерело: *Vinapse.com*

Це утворення ще називають «пін-бар». Ідея, що лежить в основі моделі, така ж, як у попередньої моделі, тільки ми найчастіше бачимо її навколо рівнів підтримки та опору [23] (див. рис.2.8).



Рисунок 2.8 – Приклад паттернів на свічковому графіку

Джерело: *розроблено автором*

Нижче наведений приклад поглинання (див. рис.2.9)

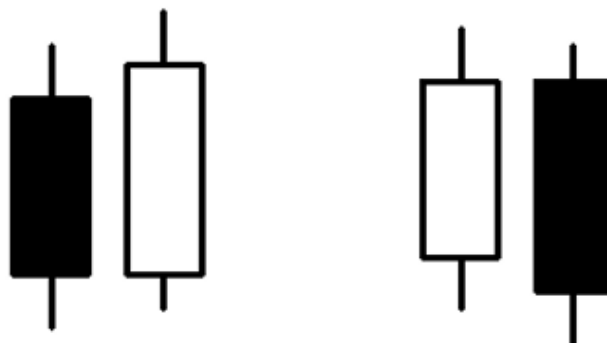


Рисунок 2.9 – Приклад поглинання

Джерело: Binance.com

Графічний аналіз цього патерну полягає в тому, що величина руху цін на попередню свічку повністю поглинається наступною свічкою. Коли на графіку попередня свічка нижче чим наступна то це показує що на ринку більше покупців і навпаки[24]. Це сигналізує про зміну локальної тенденції. Нижче наведено як виглядає поглинання на графіку (див. рис.2.10):



Рисунок 2.10 – Приклад поглинання на свічковому графіку

Джерело: розроблено автором

Свічковий аналіз добре допомагає, якщо його пов'язувати з графічними фігурами та технічним аналізом загалом. Необов'язково глибоко вивчати всі свічкові патерни, адже їх принцип роботи схожий. Замість цього, варто зосередитися на розумінні загального принципу їх функціонування та вмінні аналізувати поточний настрій ринку, який вони відображають.

Порівнюючи патерни свічок з даними графічного технічного аналізу, можна побачити, що свічки показують нам більш короткострокову перспективу можливого руху ціни в тому чи іншому напрямку.

2.2 Огляд методів прогнозування курсу криптовалют

Технічний аналіз є одним з основних методів прогнозування курсу криптовалют і базується на аналізі цінових графіків та торгових обсягів. Основними принципами технічного аналізу є [16]:

1. Трендовий аналіз. Визначення напрямку руху цін, тобто виявлення тренду. Тренд може бути зростаючим (бичачий), низхідним (ведмежим) або бічним (боковим). Для визначення тренду використовуються різні методи, включаючи ковзаючі середні, лінії підтримки та опору, канали та інші графічні інструменти.

2. Індикатори. Індикатори технічного аналізу використовуються для отримання додаткової інформації про рух цін та підтвердження сигналів. Деякі з популярних індикаторів включають ковзаючі середні, стохастичні осцилятори, RSI (Індекс відносної міцності), MACD (Розбіжність конвергенції ковзного середнього) та інші. Ці індикатори допомагають виявити періоди перекупленості або перепроданості активу, а також підтверджують зміни тренду.

3. Фігури технічного аналізу. Фігури технічного аналізу включають графічні моделі, які можуть надавати сигнали про зміну тренду або продовження існуючого тренду. До них відносяться такі фігури, як "голова і плечі", "пряма лінія", "прапорець", "пендель", "подвійне дно" та інші. Аналіз фігур дозволяє прогнозувати моменти зміни цінового руху та входу в ринок.

4. Обсяги. Аналіз обсягів торгів використовується для підтвердження сигналів, які надають інші індикатори. Значний зріст обсягів може свідчити про сильний інтерес і активність учасників ринку, що може вказувати на зміну тренду

або продовження існуючого. Зменшення обсягів може свідчити про зниження зацікавленості та слабкість руху цін.

5. Психологія ринку. Технічний аналіз також враховує психологію учасників ринку, так як настрої та поведінка трейдерів можуть впливати на курс криптовалют. Наприклад, дослідження поведінки трейдерів можуть допомогти виявити пікові моменти на ринку або періоди паніки та ейфорії [33].

6. Паттерни цінового руху. Технічний аналіз базується на припущенні, що ціновий рух має тенденцію повторювати певні паттерни в певних умовах ринку [30]. Ці паттерни можуть бути використані для прогнозування подальшого руху цін та прийняття торговельних рішень.

Важливо пам'ятати, що технічний аналіз має свої обмеження і не гарантує точних прогнозів. Він слугує лише інструментом для оцінки ймовірності руху цін та прийняття рішень на основі аналізу історичних даних. Крім технічного аналізу, інші методи та моделі, такі як фундаментальний аналіз та машинне навчання, також використовуються для прогнозування курсу криптовалют.

Фундаментальний аналіз є іншим важливим методом прогнозування курсу криптовалют і базується на оцінці факторів, які впливають на криптовалютний ринок. Основні елементи фундаментального аналізу включають [17]:

1. Фінансові показники та діяльність проекту криптовалюти. Аналіз фінансових показників проекту криптовалюти, таких як дохідність, прибутковість, баланс та інші фінансові показники, може надати інформацію про стан та потенційний успіх проекту. Крім цього, оцінка активності та розвитку команди проекту, аналіз нових випусків, партнерств та оголошень можуть також вплинути на курс криптовалюти.

2. Регуляторні фактори. Оцінка регуляторних факторів, таких як законодавство та регуляція щодо криптовалют у різних країнах, може вплинути на прийняття торговельних рішень. Зміни в правовому середовищі можуть мати значний вплив на прийняття криптовалют у суспільство та їх регуляцію, що в свою чергу може впливати на їх курс.

3. Макроекономічні фактори. Оцінка макроекономічних факторів, таких як стан світової економіки, інфляція, ставки відсотків, геополітичні події та інші економічні і соціальні фактори, може надати контекст для прогнозування курсу криптовалют. Наприклад, політична нестабільність або економічні кризи впливають на загальний настрій ринку та впливають на ціни криптовалют.

4. Новини та події. Аналіз новин та подій, які потенційно можуть вплинути на криптовалютний ринок, також є важливою складовою фундаментального аналізу. Це включає огляд новин про криптовалюту, пов'язаних технологічних розробок, партнерств, оголошень інтеграції криптовалют в сферу бізнесу, нових регуляторних кроків, судових рішень та інші події, які можуть мати вплив на ринок [34].

5. Глобальні тенденції та тренди. Оцінка глобальних тенденцій у світі криптовалют, таких як розширення використання блокчейн-технологій, інтерес інституціональних інвесторів до криптовалют, розвиток децентралізованих фінансових платформ, може надати уявлення про можливу довгострокову перспективу криптовалют.

У фундаментальному аналізі важливо оцінювати ці фактори та події в контексті криптовалютного ринку, а також розуміти взаємозв'язок між ними. Це може вимагати збору та аналізу великої кількості інформації з різних джерел, включаючи фінансові звіти проектів криптовалют, новинні портали, соціальні медіа та інші джерела.

Важливо зауважити, що фундаментальний аналіз також має свої обмеження. Ринок криптовалют є динамічним і піддається впливу багатьох факторів, що може зробити точні прогнози важкими. Крім того, інтерпретація фундаментальних факторів може бути суб'єктивною, і різні аналітики можуть мати різні точки зору.

Технічний аналіз та фундаментальний аналіз часто використовуються разом для отримання більш повного уявлення про прогнозування курсу криптовалют. Комбінування цих двох методів може допомогти зменшити ризики й забезпечити більш об'єктивну оцінку.

Соціальний аналіз є ще одним методом прогнозування курсу криптовалют, який базується на використанні даних з соціальних мереж та Інтернету. Цей підхід передбачає аналіз настроїв, думок та поведінки користувачів в соціальних мережах та інших платформах, щоб зрозуміти, як це може впливати на курс криптовалют.

Основні елементи соціального аналізу включають:

1. Аналіз настроїв та емоцій Моніторинг настроїв користувачів соціальних мереж щодо конкретної криптовалюти може надати уявлення про загальну думку про неї. Це може включати виявлення позитивних або негативних коментарів, обговорень та ставлення до проекту [35].

2. Виявлення трендів та популярних тем. Соціальні мережі та форуми можуть надати інформацію про актуальні теми та тренди в галузі криптовалют. Це можуть бути нові релізи, партнерства, оголошення проектів або інші події, які можуть впливати на курс криптовалют.

3. Статистика та аналіз поведінки. Аналіз активності користувачів, такий як кількість згадок або обговорень певної криптовалюти, кількість підписників у соціальних мережах, рівень активності в коментарях та інші показники, може дати уявлення про інтерес до проекту та його популярність.

4. Використання інструментів машинного навчання. Для обробки великих обсягів даних з соціальних мереж і Інтернету можуть бути використані методи машинного навчання, такі як аналіз настроїв, класифікація тексту або прогнозування трендів. Ці алгоритми можуть виявити паттерни та залежності в даних, що допомагає прогнозувати майбутні зміни в курсі криптовалют.

5. Соціальні індикатори. Деякі проекти пропонують соціальні індикатори, які агрегують дані з соціальних мереж та Інтернету для створення метрик, що відображають суспільне вплив на криптовалютний ринок. Ці індикатори можуть включати показники, такі як "галасність" (шумовість) або "емоційну інтенсивність" (насиченість емоційних висловлювань), які можуть служити додатковими факторами при прогнозуванні курсу криптовалют.

Важливо враховувати, що соціальний аналіз також має свої обмеження. Настрої та поведінка користувачів соціальних мереж можуть бути піддаються маніпуляціям або бути не показниками реального стану ринку. Крім того, аналіз великих обсягів даних може бути складним і вимагати потужних обчислювальних ресурсів та алгоритмів.

Машинне навчання та штучний інтелект є сильними інструментами для прогнозування курсу криптовалют. Ці методи використовуються для аналізу великих обсягів даних, виявлення складних залежностей та побудови прогностичних моделей.

Основні методи машинного навчання, які застосовуються в прогнозуванні курсу криптовалют, включають [18]:

1. Класифікація та регресія. Моделі класифікації використовуються для прогнозування дискретних значень, наприклад, рівнів зростання або падіння курсу криптовалюти. Регресійні моделі дозволяють прогнозувати неперервні значення, такі як ціна або вартість криптовалюти.

2. Нейронні мережі. Штучні нейронні мережі є потужним інструментом для прогнозування курсу криптовалют. Вони можуть виявляти складні залежності та не лінійність в даних і навчатися адаптувати до змінюючихся умов на ринку.

3. Аналіз тексту. Штучний інтелект може бути використаний для аналізу текстової інформації, наприклад, новин, соціальних медіа або форумів. Застосовуючи методи обробки природної мови, можна виявити семантичні зв'язки, настрої, тренди та новини, які можуть впливати на курс криптовалют.

4. Кластерний аналіз. Машинне навчання може використовуватися для кластерного аналізу даних, щоб групувати криптовалюти за схожими характеристиками. Це допомагає виявити групи криптовалют з подібними тенденціями та поведінкою.

5. Застосування ансамблевих моделей. Ансамблеві моделі поєднують кілька індивідуальних моделей машинного навчання для отримання більш точних та надійних прогнозів. Наприклад, використання методів таких як випадковий ліс,

градієнтний бустинг або стекінг може покращити точність прогнозів курсу криптовалют [25].

6. Аналіз графів. Криптовалютні мережі - це децентралізовані системи, які дозволяють обмін, зберігання і передачу цифрових активів, відомих як криптовалюти. можуть бути представлені у вигляді графів, де вузли представляють криптовалюти, а ребра відображають зв'язки між ними. Аналіз графів дозволяє виявляти взаємозв'язки, вплив та важливі вузли в мережі, що може бути корисним для прогнозування руху цін криптовалют [19].

7. Застосування рекурентних нейронних мереж. Рекурентні нейронні мережі (RNN) враховують часову залежність даних і використовуються для прогнозування часових рядів, таких як цінові динаміки криптовалют. Вони можуть розпізнавати шаблони та тренди у великому обсязі історичних даних та передбачати майбутні зміни.

Важливо зауважити, що машинне навчання та штучний інтелект не гарантують 100% точних прогнозів курсу криптовалют, оскільки ринок є складним і піддається багатьом факторам. Однак, ці методи надають можливість аналізувати великі обсяги даних та виявляти складні залежності, що допомагає зробити більш обґрунтовані прогнози. У своїй роботі для прогнозування курсу біткоїн використаємо можливості мови програмування PYTHON.

РОЗДІЛ 3. ПРОГНОЗУВАННЯ КУРСУ БІТКОЇНУ

3.1 Аспекти моделі ARIMA

Для прогнозування курсу біткоїн будуть використанні мови програмування PYTHON та моделі ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average - Авторегресійне інтегроване ковзне середнє). ARIMA є однією з найпоширеніших статистичних моделей для аналізу та прогнозування часових рядів, і вона може бути ефективно використана для прогнозування курсу криптовалют [26].

У роботі було обрано ARIMA, тому що ця модель вважається однією з найкращих для аналізу та прогнозування часових рядів з кількох причин [37]:

1. Універсальність. ARIMA може бути застосована до різноманітних типів часових рядів, включаючи дані з трендами, сезонністю та стохастичними коливаннями. Вона може моделювати складні залежності між спостереженнями та враховувати різні фактори, що впливають на ряд.
2. Гнучкість. ARIMA модель може бути адаптована до різних умов та враховувати специфічні особливості досліджуваного ряду. За допомогою параметрів моделі, таких як коефіцієнти авторегресії (AR), коефіцієнти рухомого середнього (MA) та порядок інтегрування (I), можна настроїти ARIMA модель для оптимального аналізу та прогнозування.
3. Інтерпретованість. ARIMA модель має чіткі параметри, які відображають важливі характеристики ряду, такі як тренд, сезонність та стохастичність. Це дозволяє легше інтерпретувати результати моделювання та робити висновки щодо майбутніх змін.
4. Довіреність. ARIMA модель є вже досить довіреною та використовується в академічних дослідженнях, фінансових установах та промисловості. Існує багато наукових статей, досліджень та практичних прикладів, які

підтверджують ефективність ARIMA моделі в аналізі та прогнозуванні часових рядів.

5. Доступність у PYTHON. ARIMA модель легко реалізувати в мові програмування PYTHON за допомогою різних бібліотек, таких як Statsmodels, Pandas.

ARIMA поєднує в собі три основні компоненти: авторегресію (AR), інтегровану складову (I) та ковзне середнє (MA) [37]:

1) авторегресія (AR). Цей компонент виражає залежність між значеннями ряду у певний момент часу та його попередніми значеннями. AR модель передбачає, що значення ряду можуть бути пояснені шляхом лінійної комбінації попередніх значень ряду;

2) інтегрована складова (I). Цей компонент враховує нестационарність в часовому ряді шляхом застосування диференціювання. Він використовується для забезпечення стаціонарності ряду шляхом видалення тренду або сезонності;

3) ковзне середнє (MA). Цей компонент враховує залежність між значеннями ряду та випадковими помилками, або шумом. MA модель передбачає, що поточне значення ряду залежить від попередніх значень помилок, що моделюють випадковий шум.

ARIMA використовує ці три компоненти, щоб описати поведінку часового ряду та зробити прогнози на основі його попередніх значень. Зазвичай ARIMA позначається як $ARIMA(p, d, q)$, де p - порядок авторегресії, d - ступінь диференціювання та q - порядок ковзного середнього.

Одним із основних завдань при застосуванні ARIMA є вибір оптимальних значень p , d та q , що вимагає аналізу автокореляційної та часткової автокореляційної функцій. Крім того, можна використовувати методи експоненційного згладжування та підбору параметрів для поліпшення точності прогнозування.

ARIMA є популярним інструментом у прогнозуванні часових рядів, включаючи курси валют, фінансові показники та інші економічні дані. Використання мови програмування PYTHON дозволяє легко реалізувати ARIMA і

здійснювати прогнози на основі історичних даних. Такий підхід дозволяє інвесторам та трейдерам приймати обґрунтовані рішення щодо криптовалютних активів, зокрема біткоіна [38].

Нульова гіпотеза в контексті ARIMA зазвичай стверджує, що ряд даних не має автокореляції або стаціонарності, тобто не має систематичних змін у часі. Зазвичай нульова гіпотеза в ARIMA має такий вигляд:

Н₀: Ряд є нестаціонарним або має автокореляцію.

Для перевірки нульової гіпотези ARIMA модель використовує статистичні тести, такі як Розширений Дікі-Фуллер (ADF) тест або Квятковського-Філіпса-Шмідта-Шина (KPSS) тест. Ці тести допомагають визначити, чи можна відхилити нульову гіпотезу і прийняти альтернативну гіпотезу, що ряд є стаціонарним.

Відхилення нульової гіпотези може мати практичні наслідки для використання ARIMA. Якщо нульова гіпотеза відхиляється, це означає, що ряд має структуру, яку можна використовувати для побудови ARIMA. Це дозволяє застосовувати ARIMA для прогнозування та аналізу часових рядів з даними.

Нульова гіпотеза в ARIMA відіграє важливу роль у визначенні придатності моделі для конкретного ряду даних та в оцінці її ефективності при прогнозуванні.

Розглянемо наукові статті які також використовували ARIMA для прогнозування:

1. Yuting Lu разом з колегами в роботі [27] розглядає основні концепції ARIMA та її застосування в контексті прогнозування злочинності. ARIMA є статистичною моделлю, яка дозволяє аналізувати та прогнозувати часові ряди, включаючи злочинні статистичні дані. В результаті автори статті дійшли таких результатів:

До переваг застосування ARIMA можна віднести :

— Використання ARIMA: Використання ARIMA моделі для прогнозування злочинності може бути корисним інструментом. ARIMA модель дозволяє аналізувати та прогнозувати часові ряди даних, що може бути застосовано до злочинності для виявлення тенденцій та паттернів.

— Потенційне покращення безпеки: Якщо ARIMA модель використовується для прогнозування злочинності, це може допомогти виявляти підвищений ризик злочинної активності та приймати відповідні заходи для покращення безпеки в конкретних регіонах або спільнотах.

До недоліків:

— Залежність від точності та наявності даних: Успішність ARIMA моделі для прогнозування злочинності залежить від точності та наявності вхідних даних. Якщо дані неповні або недостовірні, це може призвести до неточних або недостовірних прогнозів.

— Обмежена увага до інших факторів: ARIMA модель фокусується на аналізі часових рядів і може не враховувати інші важливі соціальні, економічні або кримінальні фактори, що впливають на злочинність. Це може обмежити повноту розуміння та прогнозування злочинності.

2. Yang Si разом з колегами в роботі [28] описує процес побудови ARIMA для аналізу та прогнозування ціни на біткоїн, включаючи вибір оптимальних параметрів моделі, побудову та оцінку моделі за допомогою історичних цінових даних. Також в статті розглядаються особливості та виклики, пов'язані з використанням ARIMA моделі для прогнозування ціни на біткоїн, такі як урахування сезонності, трендів та волатильності цінового руху. В результаті автори статті дійшли таких результатів:

До переваг ARIMA можна віднести :

— Простота: ARIMA модель має просту структуру та використовує лише кілька параметрів, що дозволяє швидко та ефективно застосовувати її для аналізу та прогнозування.

— Універсальність: ARIMA модель може бути застосована до різних типів часових рядів, включаючи ціну Bitcoin. Вона може враховувати тренди, сезонність та стохастичні коливання в цінах, що дозволяє здійснювати більш точні прогнози.

— Інтерпретованість: ARIMA модель має чіткі параметри, які відображають важливі характеристики ціни Bitcoin, такі як тренд та сезонні коливання. Це дозволяє легше інтерпретувати результати та робити висновки щодо майбутніх змін в ціні.

До недоліків:

— Припущення моделі: ARIMA модель базується на деяких припущеннях, таких як стаціонарність часового ряду та лінійність залежності між спостереженнями. Якщо ці припущення не виконуються, точність моделі може бути обмежена.

— Обмежена у врахуванні зовнішніх факторів: ARIMA модель фокусується на самому часовому ряді та його внутрішніх характеристиках, не враховуючи зовнішніх факторів, які можуть впливати на ціну Bitcoin, таких як політичні події, регулювання або загальна економічна ситуація.

— Обмежена прогностична здатність: ARIMA модель може бути досить ефективною для короткострокового прогнозування, але її точність може зменшуватися зі збільшенням горизонту прогнозування. Для більш довгострокових прогнозів можуть знадобитися більш складні моделі.

3.2 Кripto-інструменти для аналізу та прогнозування курсу біткоїн

Перед початком прогнозування методом машинного навчання спрогнозуємо курс біткоїна за допомогою технічного аналізу щоб отримати візуальне уявлення про залежності, тренди та волатильність курсу криптовалют. Це дозволяє виявити можливі патерни, циклічність або аномалії, які можуть бути корисними при подальшому прогнозуванні.

Розглянемо графік курсу криптовалюти за період з 2020 року по квітень 2023 року.

Загальний тренд:

На графіку видно, що курс криптовалюти біткоїн протягом зазначеного періоду переживав значні коливання, що створювало як зростаючі, так і знижуючі тренди, але детальніше розглянемо нижче:

2020 рік:

На початку 2020 року курс біткоїна був стабільним і коливався в діапазоні від приблизно 8 000 до 12 000 доларів США. З серпня по жовтень 2020 року курс почав зростати, досягнувши рівня близько 12 000 - 14 000 доларів США.

2020-2021 роки:

З жовтня 2020 року до березня 2021 року відбулася значна зростаюча тенденція, яка призвела до досягнення історичних максимумів в квітні 2021 року, коли курс сягнув понад 63 000 доларів США. Цей період був визначений сильним попитом на криптовалюту і підсиленням інтересу інвесторів.

Корекція у 2021 році:

Після досягнення високих рівнів в квітні 2021 року курс біткоїна почав падати. З травня 2021 року до липня 2022 року спостерігалася знижуюча тенденція. Курс значно знизився, впавши до рівнів близько 20 000 - 30 000 доларів США.

Зміна у 2022-2023 роках:

З серпня 2022 року до березня 2023 року курс біткоїна піддавався значним коливанням, але загалом тримався у діапазоні від 20 000 до 30 000 доларів США. Цей період характеризувався більшою стабільністю порівняно з попереднім періодом, але все ще був під впливом різних факторів, таких як регуляторні заходи, новини та інші події.

Огляд графіка:



Рисунок 3.1 – Свічковий графік курсу біткоїн до американського долару

Джерело: побудовано автором на основі даних біткоїн за 2020-2023 рік

Свічковий графік показує, що курс Біткоїна протягом тривалого періоду мав коливання, але зберігав певний рівень стабільності (див. рис.3.1).

Були періоди стрімкого зростання, але також і періоди корекції та зниження. Важливо зауважити, що курс криптовалюти може значно змінюватися через різні фактори, такі як регуляторні зміни, великі новини, важливі події в криптосфері та інші фактори, тому слід ретельно слідкувати за новинами та аналізувати ринок перед прийняттям інвестиційних рішень.

Спрогнозуємо курс біткоїну за допомогою лінії підтримки та лінії опору .



Рисунок 3.2 – Технічний прогноз курсу біткоїн

Джерело: розроблено автором

На рис.3.2 можна побачити побудовані лінії підтримки та опору червоним та зеленим кольором. На рисунку видно, що зараз ціна біткоїна коливається в діапазоні 27-28 тис. \$, після побудови допоміжних елементів можна побачити що в прогнозі ціна пробила лінію опору, але не змогла закріпитись вище, це пов'язано з тим що на ринку в даний момент більше людей продає криптовалюту чим купує, це означає що ціна може опуститись до зеленої точки супротиву (приблизно 27500 \$) і після цього стабілізуватись і знову спробує пробити червону лінію опору чи знизитись ще раз до 26500 \$.

Як підсумок можна сказати, що в майбутні декілька тижні потрібно чекати росту криптовалюти . Але для більш точного аналізу подивись на прогнозування за допомогою ARIMA.

Прогнозування курсу криптовалюти за допомогою точок опору та підтримки, разом з ARIMA, може надати додаткову інформацію для визначення

майбутніх тенденцій і прийняття інвестиційних рішень. Ось як можна поєднати ці два інструменти:

Визначення точок опору та підтримки: можна використовувати аналіз графіка курсу криптовалюти для визначення точок опору (рівні, на яких курс має тенденцію зупинитися або змінювати напрямок від падіння до зростання) і точок підтримки (рівні, на яких курс має тенденцію зупинитися або змінювати напрямок від зростання до падіння).

Використання ARIMA: ARIMA (Авторегресія, інтегрований середній рух, ковзне середнє) базується на аналізі попередніх значень ряду, тенденцій та сезонності для прогнозування майбутніх значень. Можна застосувати ARIMA до історичних даних криптовалюти для прогнозування майбутніх значень курсу.

Поєднання двох методів: Цей підхід полягає в тому, щоб використовувати точки опору та підтримки як вхідні параметри для моделі ARIMA. Наприклад, можна використовувати рівні опору як потенційні пункти входу для покупки криптовалюти, а рівні підтримки - як потенційні пункти виходу для продажу. ARIMA допоможе прогнозувати майбутні значення курсу, враховуючи історичні тенденції та шаблони.

Перевірка точності і налаштування моделі: Для отримання найкращих результатів рекомендується перевірити точність прогнозування ARIMA на історичних даних та налаштувати параметри моделі для отримання найкращих результатів.

3.3 Практичне застосування методу ARIMA в прогнозуванні курсу біткоїна

В практичній частині розглянемо курс біткоїн за період 2020-2023 рік та спрогнозуємо майбутній його курс. Прогнозування та аналіз буде відбуватись за допомогою мови програмування «PYTHON»

Для початку зчитаємо файл який був створений на основі даних курсу пайїн з початковими даними в датафрейм «data».

Ми можемо побачити що наш датафрейм має 2 стовбці «data» та «price_usd». Для прогнозування була взята щотижнева ціна криптовалюти «біткоїн» за період 2020-2023 року з інтернет сайту «TradingView» - це популярна онлайн-платформа для створення графіків та аналізу фінансових ринків [8]. Вона надає трейдерам та інвесторам широкий набір інструментів для технічного аналізу цін, створення власних індикаторів та стратегій торгівлі.

Нижче можемо побачити як візуально виглядає наш «датасет» (див. рис.3.3)

	date	price_usd
0	05.01.2020	8024
1	12.01.2020	8916
2	19.01.2020	8341
3	26.01.2020	9381
4	02.02.2020	9895

Рисунок 3.3 – Загальний вигляд датасету

Джерело: розроблено автором

Спочатку нам потрібно перевести стовбець «date» в формат дати для коректної роботи в подальшому (див. рис.3.4).

	date	price_usd
0	2020-01-05	8024
1	2020-01-12	8916
2	2020-01-19	8341
3	2020-01-26	9381
4	2020-02-02	9895

Рисунок 3.4 – Вигляд датасету після переведня столбця «date» в формат дати

Джерело: розроблено автором

Далі використовуємо метод «data.info()» для отримання інформації про структуру та типи даних у таблиці «data» (див. рис.3.5).

Він надає загальний огляд даних, включаючи кількість рядків і стовпців, назви стовпців, типи даних кожного стовпця та кількість ненульових значень.

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 174 entries, 0 to 173
Data columns (total 2 columns):
#   Column      Non-Null Count  Dtype
---  -
0   date        174 non-null   datetime64[ns]
1   price_usd   174 non-null   int64
dtypes: datetime64[ns](1), int64(1)
memory usage: 2.8 KB
```

Рисунок 3.5 – Інформація про структуру та типи даних у таблиці

Джерело: розроблено автором

На рис.3.5 можна побачити :

1. RangeIndex: 174 entries, 0 to 173: Тут вказується діапазон індексів DataFrame, який складається з 174 значень цін по біткоїн. Індеси починаються з 0 і закінчуються на 173.
2. Стовпці даних (всього 2 стовпці): Тут вказується загальна кількість стовпців у DataFrame, яка складає 2.
3. Ненульовий підрахунок: Кількість непорожніх значень у стовпці. Тут вказано, що в кожному з двох стовпців є 174 непорожні значення.

Побудуємо графік, який відображає залежність вартості біткоїн від часу з 2020 по 2023 рік. (див. рис.3.6)

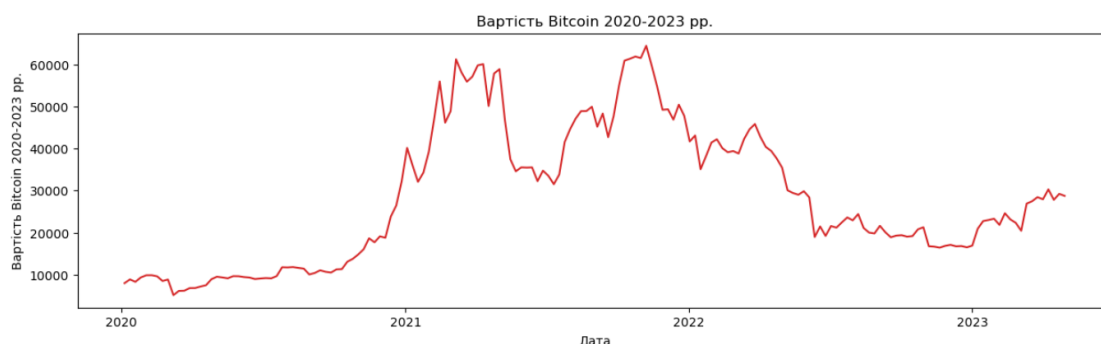


Рисунок 3.6 – Ціна біткоїну 2020-2023 рік

Джерело: розроблено автором

На графіку можна побачити що ціна в період з 2020 по 2021 мало значне коливання. На початку 2020 року ціна біткоіна була нижче \$10 000, але протягом року відбулася значна зростання, і в грудні 2020 року біткоін досяг історичного максимуму близько \$29 000. У 2021 році ціна біткоіна продовжила зростати, і в квітні 2021 року досягла позначки близько \$64 000. Після можна побачити спад до 30-40 \$ тис. Але в кінці 2022 можна побачити максимальний рівень якій дорівнює \$69 тис. після початку 2022 року в 2-3 місяці можна побачити різкий спад і до середини 2023 року ціна трималась в середньому між 20-30 \$ тис., і лише на початку березня біткоін почав рости в ціні.

Далі виконуємо сезонний розклад цін біткоіна і побудову графіків розкладу. Використовуються два типи розкладу: мультиплікативний (див. рис.3.7) і адитивний (див. рис.3.8). Для кожного типу розкладу будуються графіки, які показують тренд, сезонність та залишкову складову цін біткоіна. Це дозволяє візуалізувати тенденції і коливання у цінах біткоіна протягом розглянутого періоду.

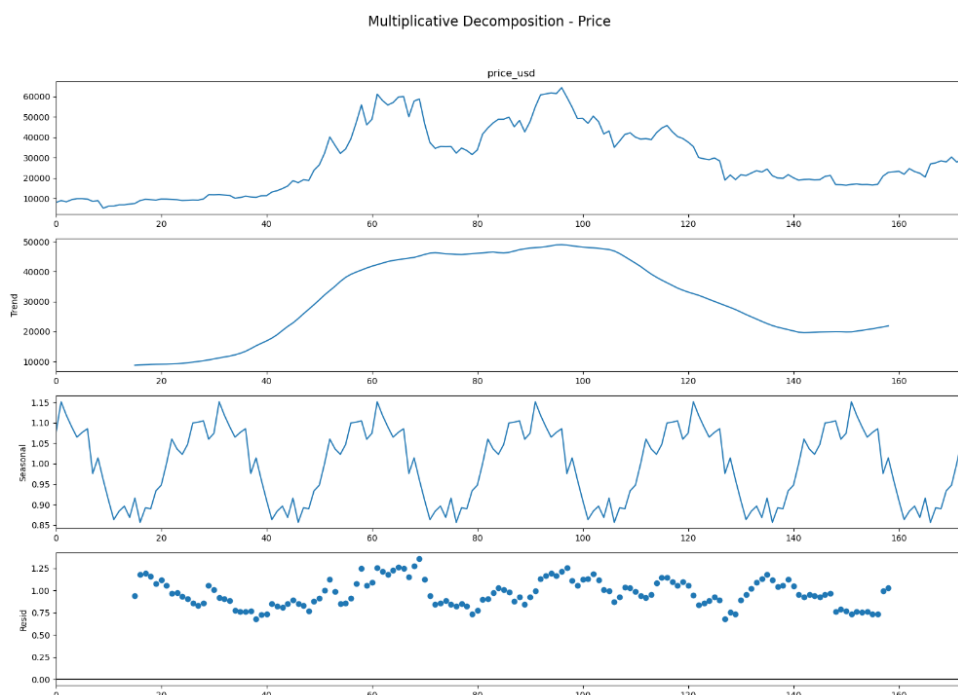


Рисунок 3.7– Мультиплікативний розклад

Джерело: розроблено автором

Для мультиплікативного розкладу будується графік, який відображає тренд, сезонність та залишкову складову цін біткоіна.

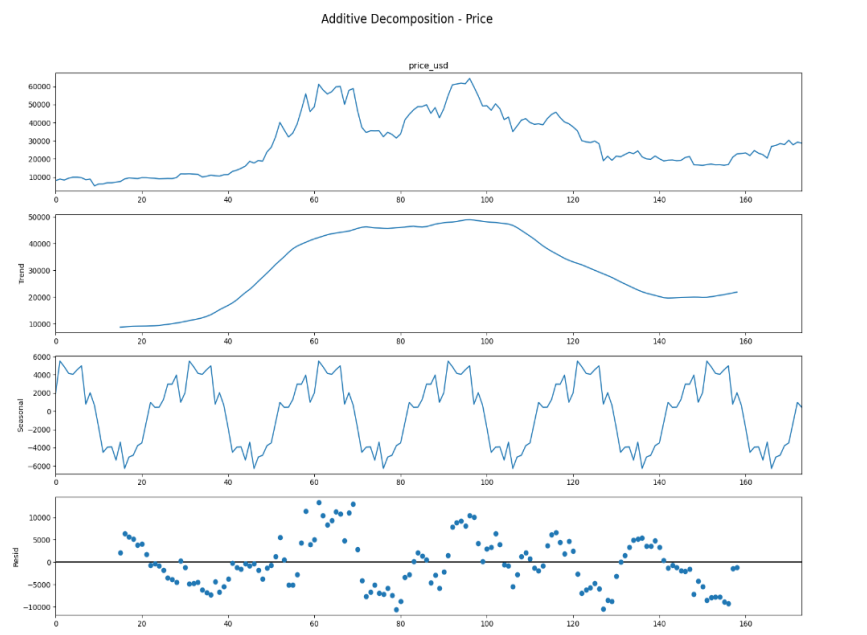


Рисунок 3.8 – Адаптивний розклад

Джерело: розроблено автором

На графіках розкладу можна побачити різні компоненти, що сприяють розумінню змін у цінах біткоїна протягом розглянутого періоду. Ось що можна спостерігати на графіках:

1. Тренд: Графік тренду «trend» показує загальний напрямок руху цін біткоїна протягом періоду. Висхідний тренд вказує на зростання цін, тоді як низхідний тренд вказує на їх зниження. Тренд може допомогти виявити довгострокові зміни цін.

2. Сезонність: Графік сезонності «seasonal» відображає повторювані варіації цін біткоїна в рамках конкретного періоду, який може бути сезонним (наприклад, декілька місяців, кварталів або років). Сезонність може вказувати на циклічні або повторювані патерни у цінах.

3. Залишкова складова: «resid» Графік залишкової складової представляє відхилення фактичних цін від тренду та сезонності. Вона може відображати незвичайні або непередбачувані коливання цін, які не пов'язані з трендом або сезонністю. Залишкова складова може вказувати на аномальні події або непередбачувані зміни на ринку.

Далі виконаємо тест на стаціонарність часового ряду цін біткоїна за допомогою тесту Дікі-Фуллера «seasonal» (див. рис.3.9):

```

ADF Test Statistic: -1.6402978599769273
p-value: 0.4621051565368117
#Lags Used: 0
Number of Observations: 173
Weak evidence against the null hypothesis. Indicates that the data is non-stationary.

```

Рисунок 3.9 – Тест Дікі-Фуллера

Джерело: розроблено автором

Результати тесту Дікі-Фуллера для часового ряду цін біткоїна такі:

- Значення тестової статистики: -1.6402978599769273
- р-значення: 0.4621051565368117
- Кількість використаних лагів: 0
- Кількість спостережень: 173

На основі цих результатів можна зробити висновок, що є слабкі докази проти нульової гіпотези, що дані є нестационарними. Таким чином, ціни біткоїна в розглянутому часовому періоді (2020-2023) мають тенденцію до зміни і не відповідають умовам стаціонарності.

Відображаємо графік цін біткоїна відносно часу (див. рис.3.10.).

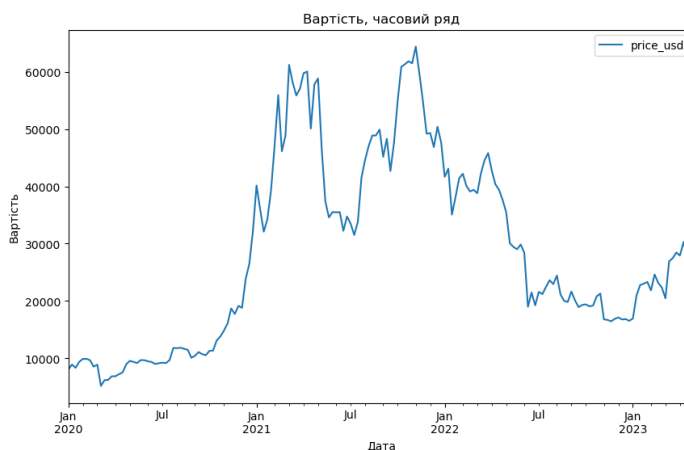


Рисунок 3.10 – Ціна біткоїна відносно часу

Джерело: розроблено автором

На графіку видно залежність між часом (Дата) і вартістю біткоїна (Вартість). За допомогою лінійного графіка можна спостерігати зміни вартості біткоїна протягом розглянутого періоду. Аналізуючи графік, можна виявити загальні тенденції, коливання та інші особливості цінової динаміки біткоїна.

Подивимось на графік стаціонарного ряду цін біткоїна. Спочатку виконується обчислення різниці між сусідніми значеннями цін біткоїна. Потім графік цих різниць відображається з підписами осей та заголовком.

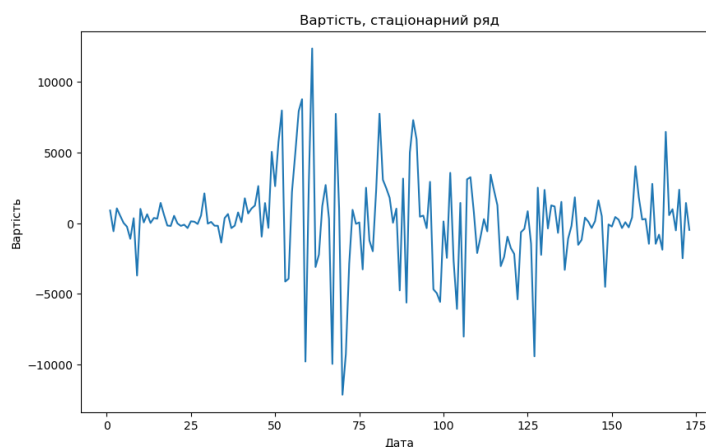


Рисунок 3.11 – Графік стаціонарного ряду

Джерело: розроблено автором

На графіку відображено стаціонарний ряд, який представляє різницю між сусідніми значеннями цін біткоїна. Графік показує зміни вартості біткоїна між послідовними моментами часу (див. рис.3.11). Аналізуючи цей графік, можна виявити зміни та особливості в коливаннях цін біткоїна у стаціонарному ряді.

Виконаємо обчислення двох типів різниці цін біткоїна: першої різниці і сезонної першої різниці.

Перша різниця обчислює різницю між поточною ціною біткоїна і попередньою ціною. Це допомагає відокремити краткострокові зміни цін, показуючи, наскільки значення змінилися між сусідніми моментами часу.

Сезонна перша різниця обчислює різницю між поточною ціною біткоїна і ціною, яка була 12 місяців тому. Це допомагає виявити сезонні зміни або тенденції, які повторюються з регулярним інтервалом у часі.

Ці різниці використовуються для аналізу залежностей, тенденцій і структури в часовому ряді цін біткоїна. Додавання цих різниць як нових колонок до DataFrame дозволяє легко доступатися до цих трансформованих даних для подальшого аналізу та візуалізації.

	date	price_usd	Sales First Difference	Seasonal First Difference
0	2020-01-05	8024	NaN	NaN
1	2020-01-12	8916	892.000	NaN
2	2020-01-19	8341	-575.000	NaN
3	2020-01-26	9381	1040.000	NaN
4	2020-02-02	9895	514.000	NaN

Рисунок 3.12 – Обчислення двох типів різниці

Джерело: розроблено автором

Після виконання коду додано два нові стовбці (див. рис.3.12). Можна побачити різницю між поточною ціною біткоїна та попередньою ціною, а в стовбці «Seasonal First Difference»- різницю між поточною ціною та ціною з 12 місяців тому.

Ці різниці допомагають вивчити зміни цін біткоїна на короткий період. В першому рядку для обох стовбців маємо значення NaN, оскільки для першого рядка відсутні попередні значення. Решта значень в колонках відображають різницю в цінах відповідно до описаного.

Використаєм код побудови графіків автокореляції (ACF) та часткової автокореляції (PACF) для сезонної першої різниці цін біткоїна.

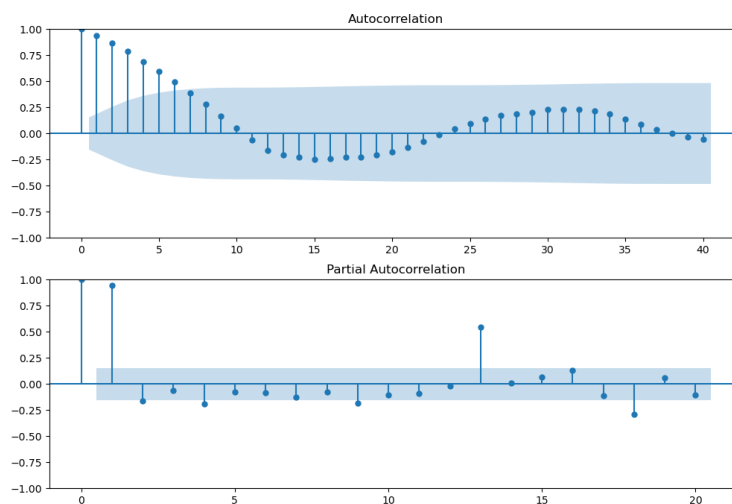


Рисунок 3.13– Автокореляція та часткова автокореляція

Джерело: розроблено автором

Графік «Autocorrelation» (див. рис.3.13) показує, як сильно кожне значення в часовому ряді корелює з попередніми значеннями на різних відстанях у часі. Це допомагає виявити наявність сезонної залежності в даних.

Графік «Partial Autocorrelation» (див. рис.3.11) враховує вплив інших проміжних значень на поточне значення, з урахуванням залежності від попередніх значень. Це дозволяє виявити наявність сезонної залежності, що не пояснюється автокореляцією.

Ці графіки допомагають визначити оптимальні значення для побудови моделі прогнозування сезонної першої різниці цін біткоїна.

Після всіх аналізів і перевірок ми дійшли до методу прогнозування «ARIMA». Нам потрібно підібрати параметри ($p=x$, $d=y$, $q=z$), де p відповідає порядку авторегресії, d - порядку різницевого ряду (для стаціонарності), і q - порядку ковзного середнього (MA).

Для підбору параметрів візьмемо 3 варіанти змінних щоб зрозуміти який саме буде найбільш коректним :

SARIMAX Results						
Dep. Variable:	price_usd		No. Observations:	174		
Model:	ARIMA(1, 2, 0)		Log Likelihood	-1675.885		
Date:	Sat, 20 May 2023		AIC	3355.771		
Time:	14:02:11		BIC	3362.066		
Sample:	0		HQIC	3358.325		
	- 174					
Covariance Type:	opg					
	coef	std err	z	P> z	[0.025	0.975]
ar.L1	-0.4011	0.046	-8.696	0.000	-0.492	-0.311
sigma2	1.701e+07	1.05e+06	16.212	0.000	1.49e+07	1.91e+07
Ljung-Box (L1) (Q):	4.61	Jarque-Bera (JB):	130.39			
Prob(Q):	0.03	Prob(JB):	0.00			
Heteroskedasticity (H):	1.30	Skew:	-0.53			
Prob(H) (two-sided):	0.33	Kurtosis:	7.13			

Рисунок 3.14 –ARIMA

Джерело: розроблено автором

На основі наданої інформації (див. рис.3.14), модель, що використовується для прогнозування ціни криптовалюти, є модель ARIMA(1, 2, 0). Модель надає оцінку коефіцієнтів для авторегресійного терміна (ar.L1) та рухомого середнього. У цьому випадку оцінений коефіцієнт для авторегресійного складає -0.4011 зі стандартною помилкою 0.046. Від'ємний коефіцієнт свідчить про негативний зв'язок між поточною ціною та попередньою ціною.

Значення σ^2 представляє оцінену дисперсію помилкового члена в моделі і в даному випадку вона становить 17 010 000. Статистика тесту Лjung-Бокса (Q) дорівнює 4.61, що свідчить про можливу наявність автокореляції залишків в моделі. Статистика тесту Жарка-Бера (JB) дорівнює 130.39, що свідчить про те, що залишки не мають нормального розподілу.

Тест на гетероскедастичність (H) показує, що немає значущих доказів гетероскедастичності в моделі, оскільки ймовірність (0.33) більша за рівень значущості 0.05. Значення асиметрії -0.53 вказує на незначну ліву асиметрію у розподілі залишків, а значення ексцесу 7.13 свідчить про те, що розподіл має більш тяжкі хвости порівняно з нормальним розподілом.

В цілому, модель ARIMA(1, 2, 0) здатна відтворити деякі зміни та динаміку в даних про ціну криптовалюти. Однак для визначення її ефективності у прогнозуванні майбутніх цін криптовалюти необхідні подальші аналіз та оцінка, такі як оцінка точності прогнозів та проведення додаткових діагностичних тестів.

SARIMAX Results						
Dep. Variable:	price_usd		No. Observations:	174		
Model:	ARIMA(1, 1, 1)		Log Likelihood	-1646.836		
Date:	Sat, 20 May 2023		AIC	3299.671		
Time:	14:02:14		BIC	3309.131		
Sample:	0		HQIC	3303.509		
				- 174		
Covariance Type:	opg					
	coef	std err	z	P> z	[0.025	0.975]
ar.L1	-0.4657	0.328	-1.419	0.156	-1.109	0.178
ma.L1	0.5693	0.312	1.827	0.068	-0.042	1.180
sigma2	1.108e+07	9.1e+05	12.174	0.000	9.3e+06	1.29e+07
Ljung-Box (L1) (Q):	0.03	Jarque-Bera (JB):	43.49			
Prob(Q):	0.87	Prob(JB):	0.00			
Heteroskedasticity (H):	0.93	Skew:	-0.29			
Prob(H) (two-sided):	0.77	Kurtosis:	5.38			

Рисунок 3.15 –ARIMA(2 варіант)

Джерело: розроблено автором

Бачимо що у цій моделі присутні коефіцієнти для авторегресійного та ковзного середнього(див. рис.3.15) (ar.L1 та ma.L1 відповідно). Значення оціненого коефіцієнта для авторегресійного -0.4657 зі стандартною похибкою 0.328, а для ковзного середнього - 0.5693 зі стандартною похибкою 0.312. Тест на гетероскедастичність (H) показує, що немає значущих доказів

гетероскедастичності в моделі, оскільки ймовірність (0.77) більша за рівень значущості 0.05. Значення асиметрії -0.29 вказує на незначну праву асиметрію у розподілі залишків, а значення ексцесу 5.38 свідчить про те, що розподіл має менш виражені хвости порівняно з нормальним розподілом.

В цілому ця модель виглядає краще за модель зображену на , але для кращого аналізу візьмемо ще один варіант, відмінність між цими двома моделями полягає у значеннях параметрів p та q . ARIMA(1, 2, 0) має два авторегресійних коефіцієнти і не має коефіцієнта ковзного середнього, тоді як ARIMA(1, 1, 1) має один авторегресійний коефіцієнт та один коефіцієнт ковзного середнього. (див. рис.3.16) .

SARIMAX Results						
Dep. Variable:	price_usd		No. Observations:	174		
Model:	ARIMA(0, 1, 0)		Log Likelihood	-1648.026		
Date:	Sat, 20 May 2023		AIC	3298.052		
Time:	14:00:39		BIC	3301.205		
Sample:	0		HQIC	3299.331		
- 174						
Covariance Type:	opg					
	coef	std err	z	P> z	[0.025	0.975]
sigma2	1.095e+07	7.54e+05	14.527	0.000	9.47e+06	1.24e+07
Ljung-Box (L1) (Q):	1.16	Jarque-Bera (JB):	61.50			
Prob(Q):	0.28	Prob(JB):	0.00			
Heteroskedasticity (H):	0.81	Skew:	-0.27			
Prob(H) (two-sided):	0.43	Kurtosis:	5.87			

Рисунок 3.16 –ARIMA(3 варіант)

Джерело: розроблено автором

Задана модель для прогнозування ціни криптовалюти є моделлю ARIMA(0, 1, 0). Це означає, що модель не містить авторегресійного або ковзного середнього термінів, але має першу різницю вихідної змінної (диференціювання на один крок назад).

Оцінений параметр sigma2 представляє оцінену дисперсію помилкового члена в моделі і дорівнює 10,950. Це означає, що модель дозволяє враховувати велику варіабельність у залишках.

Статистика тесту Лjunga-Бокса (Q) дорівнює 1.16, що свідчить про відсутність автокореляції в залишках моделі. Статистика тесту Жарка-Бера (JB) дорівнює 61.50, що свідчить про значну відхиленість розподілу залишків від нормального розподілу.

Тест на гетероскедастичність (H) показує, що немає значущих доказів гетероскедастичності в моделі, оскільки ймовірність (0.43) більша за рівень значущості 0.05. Значення асиметрії -0.27 вказує на незначну ліву асиметрію у розподілі залишків, а значення ексцесу 5.87 свідчить про наявність виражених хвостів у розподілі.

Отже проаналізувавши 3 варіанта можна сказати що 1 модель є найкращою, модель ARIMA(1, 2, 0) виявилася найкращою для прогнозування в наданому випадку. Причини, чому цей варіант може бути хорошим для даних:

— Рівень різницевого перетворення ($d=2$): У моделі ARIMA(1, 2, 0) використовується друге різницеве перетворення даних. Це означає, що спочатку ви віднімаєте попереднє значення від поточного, а потім робите те саме для отриманої послідовності. Дві різниці можуть допомогти усунути лінійну або сезонну трендову складову в даних і зробити їх стаціонарними, що може поліпшити прогнозування.

— Авторегресійний коефіцієнт ($p=1$): ARIMA(1, 2, 0) використовує авторегресійну складову з одним коефіцієнтом. Це означає, що поточне значення залежить від попереднього значення з затримкою 1. Цей коефіцієнт допомагає ухвалити автокореляцію в даних і захоплює залежність від минулих значень.

— Відсутність коефіцієнта ковзного середнього ($q=0$): В моделі ARIMA(1, 2, 0) відсутня складова ковзного середнього, що означає, що немає прямої залежності від попередніх значень шуму чи помилок. В цьому випадку модель враховує лише авторегресійну і диференційовану складові.

— Якість прогнозу: Якщо модель ARIMA(1, 2, 0) показала найнижче значення RMSE порівняно з іншими моделями, це свідчить про те, що вона дає більш точні прогнози для ваших даних. RMSE вимірює середньоквадратичну

помилку між фактичними значеннями і прогнозованими значеннями, і менше значення RMSE вказує на кращу точність прогнозу.

Forecasted Price:

WEEK 1: 29030.165022547306

WEEK 2: 29003.79556651995

WEEK 3: 29100.38827675587

WEEK 4: 29147.656374626942

WEEK 5: 29214.710374608207

WEEK 6: 29273.827527171015

WEEK 7: 29336.12843888683

WEEK 8: 29397.1522286158

WEEK 9: 29458.688318581975

WEEK 10: 29520.018906226727

WEEK 11: 29581.431928352362

WEEK 12: 29642.811882999285

Рисунок 3.17 – Прогноз ARIMA

Джерело: розроблено автором

Можна побачити прогноз курсу біткоїн на 12 тижнів вперед (див. рис.3.15).
Зобразимо це графічно:

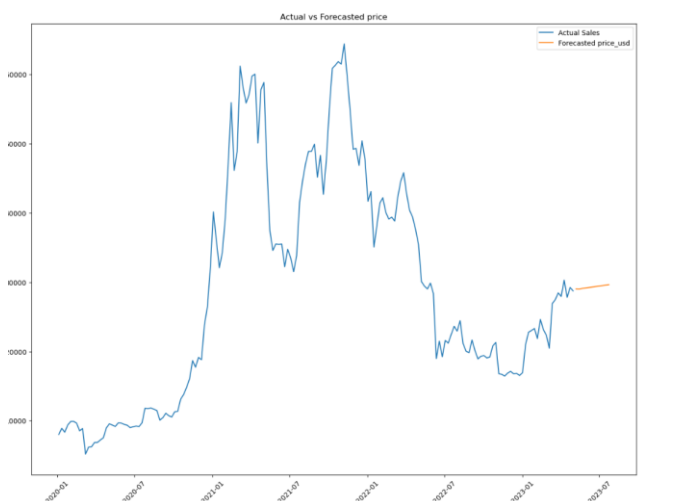


Рисунок 3.17 – Візуалізація прогнозу

Джерело: розроблено автором

За допомогою моделі `model_fit2` було зроблено прогноз цін наступних 12 тижнів. Прогнозовані ціни були виведені відповідно до номерів тижнів (див. рис.3.16). За результатами прогнозу видно, що ціна буде збільшуватися протягом наступних тижнів, хоча з невеликими коливаннями. Проте слід зауважити, що прогнози можуть мати певну ступінь невизначеності і підлягають впливу змінних умов і факторів, які не були враховані в моделі.

ВИСНОВКИ

Прогнозування курсу криптовалют є важливою задачею для трейдерів та інвесторів, оскільки криптовалюти стають все більш популярними. Невизначеність та висока волатильність ринку криптовалют роблять цю задачу складною, і для її вирішення використовуються різні методи та моделі прогнозування.

Робота присвячена дослідженню ринку криптовалют та аналізу факторів, що впливають на їх курс. Проведено аналіз становлення криптовалют та вихідних умов формування ринку. Виявлено, що криптовалюти отримали широке визнання завдяки своїм унікальним технологічним можливостям та відсутності централізованого контролю.

Досліджено сучасні аспекти функціонування ринку криптовалют та виявлено, що вони відрізняються від традиційних фінансових ринків. Розглянуто основні характеристики та особливості ринку криптовалют, такі як висока волатильність, недостатня ліквідність та прозорість.

Особливу увагу приділено регулюванню ринку криптовалют. Встановлено, що різні країни мають різні підходи до регулювання, від повної заборони до створення сприятливих умов для розвитку криптовалютного сектору. Виявлено, що правильне регулювання може сприяти стабільності ринку та забезпеченню захисту інвесторів.

Проведено аналіз аспектів аналізу ринку криптовалют та чинників, що впливають на курс. Встановлено, що технічний та фундаментальний аналіз є ключовими інструментами для прогнозування курсу криптовалют. Виявлено основні чинники, такі як новини, ринкова психологія та макроекономічні показники, що впливають на коливання курсу.

Досліджено місце криптовалют в сучасній економіці та їх вплив на світ. Встановлено, що криптовалюти мають потенціал перетворити традиційні фінансові системи та забезпечити швидку та безпечну передачу коштів. Розглянуто вплив технологій, що використовуються системами криптовалют, на різні сфери життя та глобальну економіку.

Оглянуто використання різних графіків у процесах аналізу та прогнозування курсу криптовалют. З'ясовано, що графіки є ефективними інструментами для візуалізації динаміки курсу та виявлення трендів.

Проведено огляд методів прогнозування курсу криптовалют. Виявлено, що різні підходи, такі як аналітичні моделі, машинне навчання та штучні нейронні мережі, можуть бути застосовані для прогнозування курсу криптовалют.

Досліджено модель ARIMA у контексті прогнозування курсу біткоїну. Виявлено, що ARIMA є потужним інструментом для прогнозування часових рядів, включаючи курс криптовалют. Розглянуто процес аналізу та прогнозування курсу біткоїну на основі сформованого датасету за допомогою ARIMA у середовищі PYTHON.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Derbentsev V., Datsenko N., Stepanenko O. Bezkorovainyi V. Forecasting cryptocurrency prices time series using machine learning approach . SHS Web of Conferences. 2019. – №65. DOI: <https://doi.org/10.1051/shsconf/20196502001> (дата звернення:04.04.2023).
2. Samaddar M, Roy R., Sayantani D. Karmakar R. A Comparative Study of Different Machine Learning Algorithms on Bitcoin Value Prediction. 2021 First IEEE International Conference on Advances in Electrical, Computing, Communications and Sustainable Technologies (ICAECT). – 2021. DOI:10.1109/ICAECT49130.2021.9392629 (дата звернення:04.04.2023).
3. Suhwan J., Jongmin K., Hyeonseung I. «A Comparative Study of Bitcoin Price Prediction Using Deep Learning». Department of Computer Science, Kangwon National University, Chuncheon-si, Gangwon-do 24341, Korea;. 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/math7100898> (дата звернення:04.04.2023).
4. Яхін С. Л. Метод і програмний засіб прогнозування курсу криптовалюти : магістерська дис. . Київ. 2019. 004.422. 8::001.18. 126 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/27656> (дата звернення:04.04.2023).
5. Макарчук О., Хлистов А.. Прогнозування курсу криптовалют на основі регресійних моделей. Наукові записки молодих учених. 2019. №4.
URL: <https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/SNYS/article/view/1706/pdf> (дата звернення:04.04.2023).
6. Що таке криптовалюта? 2023 URL: <https://academy.binance.com/uk/articles/what-is-a-cryptocurrency> .(дата звернення:04.04.2023).
7. Nakamoto S. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. 2008. URL: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> (дата звернення:06.04.2023).
8. coinmarketcap. URL: <https://coinmarketcap.com/>. (дата звернення:07.04.2023)

9. What is the Future of Payments? Trends to Keep an Eye on. 2022. URL: <https://staxpayments.com/blog/the-future-of-payments/>. (дата звернення:08.04.2023)
10. Vigna P., Casey M. J. the age of cryptocurrency: how bitcoin and digital money are challenging the global economic order. Picador .2016. 384 с.
11. Vaidhyathan J , Jain A. What Is Cryptocurrency And How Does It Work? 2023. URL: <https://www.forbes.com/advisor/in/investing/cryptocurrency/what-is-cryptocurrency-and-how-does-it-work/> (дата звернення:15.04.2023).
12. Дем'янюк М. Як у світі регулюють криптовалюти і коли цього очікувати в Україні. Економічна Правда. 2020. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2020/12/1/668690/> (дата звернення:15.04.2023).
13. Indonesia's measures to combat money laundering and terrorist financing . 2023. URL: <https://www.fatf-gafi.org/en/publications/Mutualevaluations/MER-Indonesia-2023.html> (дата звернення:15.04.2023).
14. Укрінформ. Українцям розписали ризики криптовалют. 2017. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/2354895-ukraincam-rozpisali-riziki-kriptoalut.html> (дата звернення:16.04.2023).
15. Bouronikos V.. What Are the Factors Influencing the Crypto Market Today?. 2022. URL: <https://ied.eu/blog/technology-blog/what-are-the-factors-influencing-the-crypto-market-today/> (дата звернення:16.04.2023)
16. Technical-Analysis. 2023. URL: <https://www.cfainstitute.org/en/membership/professional-development/refresher-readings/technical-analysis> (дата звернення:18.04.2023).
17. Sigal T. Fundamental Analysis: Principles, Types, and How to Use It . 2023. URL: <https://www.investopedia.com/terms/f/fundamentalanalysis.asp> (дата звернення:18.04.2023).
18. Charemza W. Deadman F. New directions in econometric. Journal of Applied Econometrics. Edward Elgar Publishing. 1992. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9485.1993.tb00656.x> (дата звернення:19.04.2023)

19. Opeyemi T. A. What Charts Should Crypto Investors Use? 2023. URL : <https://www.investopedia.com/charts-for-crypto-6500665> (дата звернення: 19.04.2023)

20. Werner V. What Are Japanese Candlestick Patterns? 2022. URL: <https://coinmarketcap.com/alexandria/article/what-are-japanese-candlestick-patterns> (дата звернення: 21.04.2023)

21. What is Support and Resistance? 2022. URL: <https://www.babypips.com/learn/forex/support-and-resistance> (дата звернення: 21.04.2023).

22. Chart Patterns for Crypto Trading. Crypto Chart Patterns Explained. 2023. URL: <https://goodcrypto.app/chart-patterns-for-crypto-trading-trading-patterns-explained/> (дата звернення: 21.04.2023).

23. Mitchell C. Candlestick H: What It Is and How Investors Use It. 2023. URL: <https://www.investopedia.com/terms/h/hammer.asp> (дата звернення: 22.04.2023)

24. Technical Analysis . URL: <https://groww.in/p/technical-analysis> (дата звернення: 22.04.2023)

25. Derbentsev V., Datsenko N., Babenko V., Pushko O. and Pursky O., "Forecasting Cryptocurrency Prices Using Ensembles-Based Machine Learning Approach," .2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T), Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 707-712, doi: 10.1109/PICST51311.2020.9468090 (дата звернення: 22.04.2023).

26. Brownlee J. How to Create an ARIMA Model for Time Series Forecasting in Python. 2017. URL: <https://machinelearningmastery.com/arima-for-time-series-forecasting-with-python/> (дата звернення: 25.04.2023).

27. Lu Y. Crime Prediction Utilizing ARIMA Model . BCP Business & Management. 2022. №38. URL: <https://doi.org/10.54691/bcpbm.v38i.3721> (дата звернення: 25.04.2023).

28. Si Y. Using ARIMA model to analyse and predict bitcoin price. BCP Business & Management . 2022. №34. С. 1216. URL:<https://doi.org/10.54691/bcpbm.v34i.3161> (дата звернення: 25.04.2023).

29. Pandya S. Landau O. Mittapalli M. Cryptocurrency: Adoption efforts and security challenges in different countries . 2019. №10. С. 186. DOI:10.2478/hjbpa-2019-0024 (дата звернення:22.04.2023).

30. Тарасов В. А. Застосування технічного аналізу для дослідження ринку криптовалют // Вісник Сумського державного університету. Серія Економіка. 2022. № 4. С. 274–282. DOI: 10.21272/1817-9215.2022.4-29 (дата звернення:22.04.2023).

31. Hameed, Arif K. The Role of Block Chain Technology in Cryptocurrency and its Impact on Developing Country's Economy: A Review ,S – 2023. №1.С. 37.

32. Yue Y., Zhang D., X. Li, Wang S. How cryptocurrency affects economy? A network analysis using bibliometric methods. 2021. №77. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2021.101869> (дата звернення:22.04.2023).

33. Almeida J., Cruz Gonçalves T. A systematic literature review of investor behavior in the cryptocurrency markets. Журнал поведінкових та експериментальних фінансів. 2022. №37. С. 14. DOI:10.1016/j.jbef.2022.100785 (дата звернення:22.04.2023).

34. Naifar N., Altamimi S., Alshahrani F. How media coverage news and global uncertainties drive forecast of cryptocurrencies returns? Department of Mathematical Sciences, College of Science, Princess Nourah Bint Abdulrahman University. 2023. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16502> (дата звернення:22.04.2023).

35. Xu B., Sun Y. A Cryptocurrency Analysis Tool based on Social Metrics. 4th International Conference on Machine Learning and Soft Computing. 2023. С. 91. DOI:10.5121/csit.2023.130206 (дата звернення:22.04.2023).

36. Pandya S. Mittapalli M., Landau O. Cryptocurrency: Adoption efforts and security challenges in different countries. 2019. С. 186. DOI:10.2478/hjbpa-2019-0024 (дата звернення:25.04.2023).

37. Freitas G. Fernandes. A. Time series analysis for price recommendation in the telecommunications market . 2022. С. 20. URL: https://www.researchgate.net/publication/367404084_Time_series_analysis_for_price_recommendation_in_the_telecommunications_market. (дата звернення:26.04.2023).

38. Mohapatra A. Forecasting Nifty Using Autoregressive Integrated Moving Average Model. 2022. №43. С. 159. URL: https://www.researchgate.net/publication/368246369_Forecasting_Nifty_Using_Autoregressive_Integrated_Moving_Average_Model. (дата звернення:26.04.2023).

Ім'я користувача:
Математичного моделювання та статистики Даценк...

ID перевірки:
1015393412

Дата перевірки:
02.06.2023 13:56:05 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
02.06.2023 14:12:09 EEST

ID користувача:
100005744

Назва документа: Миколюк_Скицько_Плагіат

Кількість сторінок: 55 Кількість слів: 10556 Кількість символів: 81729 Розмір файлу: 1.22 MB ID файлу: 1015057815

2.18% Схожість

Найбільша схожість: 0.49% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1005424489)

1.29% Джерела з Інтернету

219

Сторінка 57

1.91% Джерела з Бібліотеки

356

Сторінка 58

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

2