

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»  
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ  
ПРИКЛАДНОГО СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ  
КАФЕДРА МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

На правах рукопису  
УДК 004.9: 303.732.4

До захисту допущено  
Завідувач кафедри ММСА  
\_\_\_\_\_ Оксана ТИМОЩУК  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 р.

**Магістерська дисертація**  
на здобуття ступеня магістра  
за освітньо-професійною програмою «Системний аналіз фінансового ринку»  
зі спеціальності 124 «Системний аналіз»  
на тему: «Аналіз, моделювання та прогнозування ціни та капіталізації  
криптоактивів в залежності від зміни їх емісії»

Виконав:  
студент 2 курсу, групи КА-42 мп  
Биль Кирило Іванович \_\_\_\_\_

Керівник: професор кафедри ММСА,  
д.т.н., доц. Терентьев Олександр Миколайович \_\_\_\_\_

Консультант з нормоконтролю  
доцент, к.ф.-м.н., Статкевич Віталій Михайлович \_\_\_\_\_

Рецензент: с.н.с. відділу  
прикладної інформатики Інституту  
телекомунікацій і глобального  
інформаційного простору  
к.е.н., доц. Присянкін-Жарова Тетяна Іванівна \_\_\_\_\_

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації  
немає запозичень з праць інших авторів  
без відповідних посилань  
Студент (підпис): \_\_\_\_\_

Київ – 2025

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ ІКОРСЬКОГО»  
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ  
ПРИКЛАДНОГО СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ  
КАФЕДРА МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

Рівень вищої освіти — другий (магістерський)

Спеціальність — 124 «Системний аналіз»

Освітньо-професійною програмою «Системний аналіз фінансового ринку»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ММСА

\_\_\_\_\_ Оксана ТИМОЩУК

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 р.

### ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студента  
Биля Кирило Івановича

**1. Тема дисертації:** «Аналіз, моделювання та прогнозування ціни та капіталізації криптоактивів в залежності від зміни їх емісії», науковий керівник дисертації Терентьев Олександр Миколайович, д.т.н., доцент, затверджені наказом по університету від «06» листопада 2025 р. № 4837-с.

**2. Термін подання студентом дисертації:** 15.12.2025 р.

**3. Об'єкт дослідження:** часові ряди цін криптовалют, факти та анонси подій щодо розблокування криптоактивів блокчейн-проектів, що впливають на збільшення їх емісії

**4. Предмет дослідження:** моделі та методи регресійного аналізу для прогнозування зміни ціни криптоактивів.

**5. Перелік завдань, які потрібно розробити:**

1) огляд літератури, аналіз готових аналітичних платформ та тенденцій на ринку криптовалюти;

2) обґрунтування актуальності обраної теми;

3) огляд існуючих методів та підходів для розробки стратегій торгівлі на ринках криптоактивів;

4) конструювання додаткових регресорів для аналітичних моделей;

5) побудова математичних моделей, їх валідація та аналіз якості;

б) вибір найкращої моделі, на основі якої розробляється торгівельна стратегія у вигляді комп'ютерної програми, з подальшою перевіркою на реальних статистичних даних.

#### **6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:**

- 1) динаміка емісії криптовалюти Біткоїн;
- 2) динаміка зміни кількості користувачів криптовалют у Світі та в Україні;
- 3) статистичні залежності між збільшенням циркуляції кількості монет криптоактивів та зміною ціни на них;
- 4) діаграми та графіки розподілів типів розблокування та класів розподілу монет криптоактивів;
- 5) таблиці значень оцінок коефіцієнтів побудованих математичних моделей;
- б) результати порівняння якості прогнозування моделей логістичної регресії та нейронної мережі;
- 7) опис алгоритму торгівлі та аналіз результатів його роботи;
- 8) порівняння запропонованої торгівельної стратегії для різних криптоактивів та класичною торгівлею криптовалютою Біткоїн.

#### **7. Орієнтовний перелік публікацій:**

1. Биль К.І., Терентьев О.М. Аналіз, моделювання та прогнозування ціни та капіталізації криптоактивів в залежності від зміни їх емісії. Збірник доповідей ІV науково-практичної конференції «Системні науки та інформатика», 01-05 грудня 2025 року, Київ. К., НН ІПСА КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. – 6 с.

2. Биль К. І., Терентьев О.М. Аналіз впливу емісії монет крипто-проектів на зміну ціни криптоактивів // Колективна монографія за матеріалами ХХІV Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційно-комунікаційні технології та сталий розвиток» (Київ, 11-12 листопада 2025 р.) / За заг. ред. С.О. Довгого. – К.: ТОВ «Видавництво «Юстон», 2025. – 79-80 с. – ISBN 978-617-8335-1. – [https://itgip.org/wp-content/uploads/2025/11/1\\_zbirka\\_2025\\_dlja-sajtu.pdf](https://itgip.org/wp-content/uploads/2025/11/1_zbirka_2025_dlja-sajtu.pdf)

**8. Дата видачі завдання:** 1 вересня 2025 р.

### Календарний план

| № з/п | Назва етапів виконання магістерської дисертації (МД)   | Термін виконання етапів МД | Примітка |
|-------|--|----------------------------|----------|
| 1     | Інструктаж з техніки безпеки   | 01.09.2025-<br>02.09.2025  | виконано |
| 2     | Затвердження теми магістерської дипломної роботи (МД)<br>Ознайомлення зі структурою МД згідно з Положення про випускню атестацію студентів КПІ ім. Ігоря Сікорського | 03.09.2025                 | виконано |
| 3     | Ознайомлення з державним стандартом України ДСТУ 3008:2015   | 10.09.2025-<br>15.09.2025  | виконано |
| 4     | Проведення дослідження за темою МД під керівництвом керівника  | 16.09.2025-<br>10.10.2025  | виконано |
| 5     | Завершення роботи над першим варіантом основної частини МД   | 11.10.2025-<br>25.10.2025  | виконано |
| 6     | Продовження роботи над експериментальною частиною МД та програмним забезпеченням   | 26.10.2025-<br>15.11.2025  | виконано |
| 7     | Оформлення МД в цілому. Підготовка матеріалів до захисту   | 15.11.2025-<br>15.12.2025  | виконано |

Студент \_\_\_\_\_ Кирило БИЛЬ

Науковий керівник дисертації \_\_\_\_\_ Олександр ТЕРЕНТЬЄВ

## РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація: 127 с., 18 рис., 34 табл., 4 дод., 30 джерел.

### РИНОК КРИПТОВАЛЮТ, МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, ЛОГІСТИЧНА РЕГРЕСІЯ, ТЕХНІЧНІ ІНДИКАТОРИ, ЕМІСІЯ КРИПТОАКТИВІВ

Об'єкт дослідження – часові ряди цін криптовалют, факти та анонси подій щодо розблокування криптоактивів блокчейн-проектів, що впливають на збільшення їх емісії.

Предмет дослідження – моделі та методи регресійного аналізу для прогнозування зміни ціни криптоактивів.

Мета роботи – розробка та експериментальна оцінка ефективності методів прогнозного моделювання для визначення динаміки змін цін криптовалют в залежності від зміни їх емісії.

Результат роботи – комп'ютерна програма, для вивантаження даних з біржи Binance, аналіз наявності зав'язків між факторами, що впливають на зміну ціни криптоактиву. Програмне рішення для побудови прогнозних моделей було розроблено із використанням мови програмування SAS BASE у середовищі SAS Enterprise Guide. В роботі було використано ринкові дані цін з біржи Binance та новини про розблокування криптоактивів з агрегатору інформації сайту CoinMarketCap.

## ABSTRACT

Master`s Thesis: 127 p., 18 fig., 34 tabl., 4 app., 30 ref.

CRYPTOCURRENCY MARKET, MATHEMATICAL MODELING, LOGISTIC REGRESSION, TECHNICAL INDICATORS, CRYPTO-ASSET ISSUANCE

Object of the study – time series of cryptocurrency prices, as well as events and announcements regarding token unlocks of blockchain projects that affect the increase in their circulating supply.

Subject of the study – models and methods of regression analysis for forecasting cryptocurrency price movements.

Purpose of the work – to develop and experimentally evaluate the effectiveness of predictive modeling methods for determining cryptocurrency price dynamics depending on changes in their issuance.

Result of the work – a software tool for retrieving data from the Binance exchange and analyzing the presence of relationships between factors influencing cryptocurrency price changes. The predictive modeling solution was developed using the SAS BASE programming language within the SAS Enterprise Guide environment. The study used market price data from Binance and token unlock event information aggregated from CoinMarketCap.

## ЗМІСТ

|   |    |
|---|----|
| ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ .....   | 10 |
| ВСТУП.....  | 11 |
| РОЗДІЛ 1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ .....   | 12 |
| 1.1 Передтечії появи криптовалюот .....   | 12 |
| 1.2 Перша популярна криптовалюта Біткоїн .....  | 15 |
| 1.3 Концепція WEB 3 та місце криптовалюот в ньому .....   | 15 |
| 1.4 Опис ресурсів та сервісів, що використовуються фахівцями крипторинку<br>для пошуку інформації про криптоактиви..... | 18 |
| 1.5 Емісія грошей та криптоактивів .....  | 19 |
| 1.6 Загальна кількість монет Bitcoin в обігу .....  | 21 |
| 1.7 Висновки до розділу 1 .....   | 22 |
| РОЗДІЛ 2 ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ<br>АНАЛІЗУ ВПЛИВУ ФАКТОРІВ НА ЗМІНУ ЦІНИ КРИПТОАКТИВУ .....         | 24 |
| 2.1 Вступ.....  | 24 |
| 2.2 Історична подопліка виникнення моделі логістичної регресії та практика<br>її застосування .....                     | 25 |
| 2.3 Лінійні імовірнісні моделі.....   | 26 |
| 2.4 Пробіт-модель.....  | 28 |
| 2.5 Логіт-модель .....  | 31 |
| 2.6 Метрики аналізу якості побудованих математичних моделей .....   | 32 |
| 2.7 Висновки до розділу 2.....  | 36 |
| РОЗДІЛ 3 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ .....   | 37 |
| 3.1 Вступ.....  | 37 |

|  |    |
|--|----|
|  | 8  |
| 3.2 Завантаження даних з агрегатору CoinMarketCap.....   | 37 |
| 3.3 Код програми для вивантаження даних з агрегатору CoinMarketCap.....  | 39 |
| 3.3.1 Коментарі до коду програми для вивантаження даних з агрегатору<br>CoinMarketCap .....                                      | 41 |
| 3.3.2 Можливі проблеми, які могли виникнути при виконанні програми .....   | 43 |
| 3.4 Циркуляція кількості монет криптоактиву, та зв'язок із ціною<br>криптоактиву .....   | 43 |
| 3.5 Опис вхідних даних для аналізу, файлу з історичними даними щодо часу,<br>типу та кількості розблокованих криптоактивів ..... | 48 |
| 3.6 Математичні моделі прогнозування напрямку зміни ціни .....   | 53 |
| 3.6.1 Модель логістичної регресії .....  | 53 |
| 3.6.2 Модель нейронної мережі.....   | 55 |
| 3.6.3 Результати порівняння моделей .....  | 62 |
| 3.7 Опис роботи алгоритму торгівлі .....   | 63 |
| 3.8 Результати роботи алгоритму торгівлі.....  | 64 |
| 3.9 Висновки до розділу 3.....   | 68 |
| РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА ВЛАСНОГО СТАРТАП ПРОЕКТУ .....   | 70 |
| 4.1 План розробки стартапу та його масштабування .....   | 70 |
| 4.2 Опис ідеї стартап-проекту .....  | 72 |
| 4.3 Технологічний аудит ідеї проекту.....  | 74 |
| 4.4 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту .....  | 77 |
| 4.5 Розроблення ринкової стратегії стартап-проекту.....  | 85 |
| 4.6 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту .....   | 88 |
| 4.7 Висновки до розділу 4.....   | 90 |
| ВИСНОВКИ .....   | 91 |

|  |     |
|--|-----|
|  | 9   |
| ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ .....   | 94  |
| ДОДАТОК А. СЛАЙДИ ПРЕЗЕНТАЦІЇ .....  | 97  |
| ДОДАТОК Б. СТАТИСТИКА ІСТОРІЇ ТОРГІВЕЛЬНИХ УГОД ЗА<br>СТРАТЕГІЄЮ .....                           | 114 |
| ДОДАТОК В. АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ В КОМПАНІЇ<br>SMART ARBITRAGE TECHNOLOGIES LIMITED ..... | 122 |
| ДОДАТОК Г. ПУБЛІКАЦІЇ.....   | 123 |

## **ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ**

ДАО – децентралізована автономна організація.

ЛІМ – лінійна імовірнісна модель.

DApps – децентралізовані додатки.

DeFi – Decentralized Finance, децентралізовані фінансові сервіси.

GAFAM – велика п'ятірка: Google, Amazon, Facebook, Apple, Microsoft.

ICO – initial coin offering, первинне розміщення монет.

NFT – невзаємозамінний токен.

SSI – Self-Sovereign Identity, система суверенної ідентичності.

Wei – мінімальний юніт в мережі Ethereum.

## ВСТУП

Криптовалюти стають все більш популярним фінансовим інструментом, станом на кінець 2025 року, більше ніж 800 млн. населення Землі, мають досвід їх використання. Як і традиційні фінансовий інструменти вони можуть бути інфляційні та дефляційні. В рамках даного дослідження вивчається вплив емісії кількості монет відповідних криптоактивів на зміну їхньої ціни. Зазвичай причиною додаткової емісії є розблокування криптоактивів.

Методи аналізу впливу збільшення кількості монет криптоактивів в обігу включають як звичайні описові методи статистики за стандартними статистичними показниками, так і більш складні підходи із використанням методів прогнозного моделювання. В цьому дослідженні використовуються обидві підходи. При чому для побудови прогнозової моделі використовується логістична регресія, для якої в якості регресорів використовується інформація про тип розблокування, яких передбачено п'ять типів, та клас розподілу монет, яких передбачено дев'ять типів.

Окремою задачею-проблемою є доступ до даних. В цьому дослідженні наведено перелік популярних джерел даних, а також кодів програм за допомогою яких, з цих джерел можна отримати необхідну інформацію.

Окрім цього, у дослідженні наведено детальний опис запропонованого алгоритму торгівлі, розробленого на основі аналізу наявної інформації щодо майбутніх подій, пов'язаних зі збільшенням емісії монет криптопроектів. Цей алгоритм перевірено на реальних статистичних даних, на основі 168 фактів розблокування монет та подальшого впливу на курс криптоактивів. Виконано оцінку якості побудованої математичної моделі логістичної регресії та оцінена якість роботи алгоритму на статистичних даних.

## РОЗДІЛ 1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

### 1.1 Передтечії появи криптовалют

Історія розвитку криптовалют пов'язана з появою біткоїну у **2008** році. Однак цифрові активи існували протягом кількох десятиліть і до **Bitcoin**. Історія появи терміну “**криптовалюта**” бере свій початок у **1989** році, коли американському вченому-комп'ютернику **Девіду Лі Чауму** (Devid Chaum), зображений на рис. 1.1, прийшла ідея зайнятися розробкою цифрових грошей. Він уперше запропонував використовувати криптографію для захисту та підтвердження транзакцій [1]. Його дисертація **1982** року “Комп'ютерні системи, створені, підтримувані та довірені взаємно підозрілими групами” є першою відомою пропозицією щодо протоколу блокчейн [2].



Рисунок 1.1 - Девід Лі Чаум (Devid Chaum), фото 2022 року [1].

У **1998** року комп'ютерний інженер **Вей Дай** (Wei Dai), зображений на рис. 1.2, опублікував роботу, в якій представив поняття “**b-money**” [3, 4]. Він описав принцип дії анонімної розподіленої системи електронних грошей. Вей

Дай – американець китайського походження, закінчив Вашингтонський університет, отримавши ступінь бакалавра з інформатики та математики, працював у складі дослідницької групи на корпорацію Microsoft у Редмонді, Вашингтон, де займався криптографією. Фактично, Вей Дай **придумав архітектуру, дуже схожу на сучасний блокчейн** [3, 4]. Зауважимо, що саме на честь Вей Дая у мережі Ethereum мінімальний юніт має назву Wei.



Рисунок 1.2 - Вей Дай, розробник b-money [5].

Водночас з “b-money” виникла і інша криптовалюта – **Bit Gold**. Її творець – блокчейн-піонер **Нік Сабо** (Nick Szabo), зображений на рис. 1.3, – вчений в галузі інформатики, криптографії, а також у галузі права, відомий у зв'язку з дослідженнями в галузі розумних контрактів та криптовалюти. Закінчив Вашингтонський університет 1989 року з дипломом з інформатики, має звання почесного професора в Університет Франциско Маррокіна (Francisco Marroquín University) [6]. Сабо **розробив алгоритм децентралізованої цифрової валюти** – bit gold (цифрове золото). Ця ідея не була реалізована на практиці, але **ввіжається безпосереднім попередником архітектури Bitcoin**. Деякі дослідники навіть вважають, що Сабо і є той самий невідомий Сатоші, що розробив Bitcoin. У 2015 році, в мережі Ethereum, одна з дрібних частин токена ether була названа szabo, на честь Ніка Сабо [6].



Рисунок 1.3 - Нік Сабо, фото 2024 рік [7].

Ні b-money, ні Bit Gold так і не стала офіційною криптовалютою, але вони стали частиною історії цифрового світу та надихнули на створення сучасних крипто-монет, які сьогодні представлені на ринку та доступні для майнінгу на комп'ютерах та інших спеціалізованих пристроях.

Дослідниками вважається, що **головною причиною появи блокчейна Bitcoin стала криза в економіці, що відбулася у 2008 році**, коли постала необхідність у створенні децентралізованої альтернативи традиційній фінансовій системі [8].

Фінансова криза 2007-2008 років почалася з іпотечної кризи в США, банкрутства банків та падіння цін на акції, проклавши шлях світовій економічній кризі (яку ще називають “великою рецесією”). Протягом 2008 року вартість американських компаній знизилася в середньому на 40%; на основних ринках Європи падіння становило понад 50%. Протягом кризи американці втратили близько \$6 трлн від вартості нерухомості, що їм належить. Згодом Фінансова криза у США стала детонатором глобальної кризи. На думку аналітиків, американські інвестиційні структури, які стикаються з проблемами на внутрішньому ринку, почали скидати свої закордонні активи, що викликало відтік коштів з ринків нових країн, що розвиваються. Внаслідок цього від кризи, що виникла в США, почала страждати вся світова економіка [8].

## 1.2 Перша популярна криптовалюта Біткоїн

Bitcoin (BTC) – перша найбільш відома та популярна криптовалюта запущена у січні 2009 року. Причиною створення децентралізованої альтернативи традиційній фінансовій системі вважається криза в економіці, що відбулася у 2008 році [28, 29].

Біткойн – це **однорангова онлайн-валюта**, що означає, що всі транзакції відбуваються безпосередньо **між рівноправними незалежними учасниками мережі** без необхідності будь-якого посередника, який би дозволяв або сприяв їм. Винахідник біткойна відомий під псевдонімом Сатоші Накамото. Станом на січень 2025 року справжня особа чи організація, яка стоїть за псевдонімом Сатоші Накамото, залишається невідомою. Реалізує концепцію **Proof-of-Work** [28, 29].

## 1.3 Концепція WEB 3 та місце криптовалют в ньому

**Означення.** Web3 або Web 3.0 – концепція нової ітерації розвитку Вебу, який би був децентралізованим та базувався на блокчейнах. Ставиться на протипагу до Веб 2.0, де більшість даних та контенту зосереджені в руках невеликої групи компаній, яку часто називають “Великою п'ятіркою”, або “GAFAM” (Google, Amazon, Facebook, Apple, Microsoft) [9]. Термін «Web3» був запропонований в 2014 році співзасновником Ethereum Гевіном Вудом [9]. Увага до ідеї зросла у 2021 році серед криптовалютних ентузіастів, великих технологічних компаній та венчурних фірм [9].

**Історія.** Веб 1.0 та Веб 2.0 розглядаються як різні епохи в історії Вебу, зумовлені появою нових технологій та форматів [9]. До Веб 1.0 відносять приблизно період з 1994 по 2004 роки, коли більшість вебсайтів були

статичними вебсторінками і незрівнянно більша частина користувачів були споживачами, а не створювачами контенту [9]. Веб 2.0 базується на ідеї «вебу як платформи», більше уваги зосереджується на контенті, згенерованому та оприлюдненому самими користувачами за допомогою соціальних мереж, блогів, вікі-сайтів порівняно з іншими сайтами та сервісами. Період Веб 2.0, як вважають, почався в 2004 році і триває досі [9].

**Концепція.** Ідея Web3 спирається на децентралізовані мережі та найчастіше передбачає використання технологій блокчейн, зокрема криптовалют та невзаємозамінних токенів (NFT) [10].

О. Харіф називає вважає цей термін “туманним” (англ. hazy), що передбачає **“вбудовування фінансових активів у вигляді токенів у внутрішню роботу майже всього, що ви робите в Інтернеті”**. Деякі концепції базуються на ідеях децентралізованих автономних організацій (ДАО) [10].

Ще однією ключовою ідеєю є **використання децентралізованих фінансових сервісів** (англ. Decentralized Finance, DeFi), де користувачі **обмінюються коштами без участі банків або урядів** [10]. Система суверенної ідентичності (англ. Self-Sovereign Identity, SSI) надає змогу користувачам пройти ідентифікацію без залежності від аутентифікаційних систем типу OAuth, де для отримання ідентифікуючої інформації необхідно звертатись до довіреної третьої сторони [10].

В таблиці 1.1 наведено порівняння технологій Web 1.0, 2.0 та 3.0 між собою за такими характеристиками як тип моделі, тип даних, контроль та механізм монетизації контенту [10].

Таблиця 1.1. Порівняння технологій Web 1.0 / 2.0 / 3.0 [10].

| Характеристика | Web 1.0            | Web 2.0                 | Web 3.0 (Web3)                  |
|----------------|--------------------|-------------------------|---------------------------------|
| Основна модель | Читання            | Читання + написання     | Читання + написання + володіння |
| Дані           | Центральні сервери | Великі компанії (GAFAM) | Децентралізовані мережі         |
| Контроль       | Власники сайтів    | Платформи               | Користувачі                     |
| Монетизація    | Реклама            | Реклама + підписки      | Криптовалюти, токени            |

Для концепції WEB 3 притаманні наступні властивості.

1. **Децентралізація.** Дані не зберігаються централізовано (на серверах Google, Facebook тощо), а розміщені в децентралізованих мережах (наприклад, на блокчейні). Відсутність єдиного контролера або посередника [10].

2. **Власність над даними.** Користувачі контролюють свої особисті дані. За допомогою криптографії, користувачі можуть самі вирішувати, хто має доступ до їхніх даних [10].

3. **Токенізація та криптовалюти.** Власність і доступ до ресурсів (наприклад, ігор, додатків чи контенту) реалізуються через токени або NFT. Криптовалюти можуть використовуватися для винагород або взаємодії в мережі [10].

4. **Смарт-контракти.** Само-виконувані контракти на блокчейні, які автоматично виконують умови угоди між сторонами [10].

5. **Децентралізовані додатки (DApps).** Замість традиційних сайтів чи додатків, Web3 передбачає використання DApps, які працюють на блокчейні [10].

## 1.4 Опис ресурсів та сервісів, що використовуються фахівцями криптовалютного ринку для пошуку інформації про криптоактиви

Агрегатор даних **CoinMarketCap** (<https://coinmarketcap.com/>) – це найпопулярніший у світі крипто-сайт для відстеження цін, а також великий постачальник криптографічних даних. Був заснований у травні **2013 року** Бренденом Чезом (Brandon Chez). У квітні **2020 року** CoinMarketCap був придбаний компанією **Binance Capital Mgmt**, підрозділ найбільшої у світі біржи **Binance**. CoinMarketCap публікує ринкові дані в режимі реального часу, включаючи відстеження цін, ринкову капіталізацію криптоактивів, дані про обсяги торгів та обміну криптовалютами, а також домінування **Bitcoin** та **альткоїнів**. Станом на лютий **2025 року** сайт надає дані про **10 807 унікальних криптоактивів**. Це найпопулярніший сайт рейтингу криптовалют у світі [11]. На рис. 1.4 наведено логотип агрегатора даних CoinMarketCap.



Рисунок 1.4 - Логотип агрегатора даних CoinMarketCap [11].

**CoinGecko** (<https://www.coingecko.com/>) – це найбільший у світі незалежний агрегатор даних про криптовалюти [12]. Компанія відстежує **більше 17 000 активів** та понад 1000 бірж по всьому світу. Компанія заснована 8 квітня **2014 року** та надає інформацію з тисяч різноманітних джерел даних (біржи, аналітичні сайти та платформи), що містять ціну, обсяг торгів, ринкову капіталізацію, адреси контрактів, статистику спільноти тощо [12]. На рис. 1.5 наведено логотип агрегатора даних CoinGecko.



Рисунок 1.5 - Логотип агрегатора даних CoinGecko [12].

**Crunchbase** (<https://www.crunchbase.com>) – це компанія, яка надає інформацію про бізнес, інвестиції та фінансування, осіб на керівних посадах і корпоративні новини. Компанія була заснована у 2007 році Майклом Аррінгтоном (Michael Arrington) як база даних для відстеження стартапів, про які друкуються статті в американській онлайн-газеті **TechCrunch** (<https://techcrunch.com>), яка спеціалізується на темах, що стосуються високотехнологічних проєктів та стартап-компаній починаючи з 2005 року [13].

**Bitcoinwiki** (<https://bitcoinwiki.org/>) – це он-лайн енциклопедія про криптовалюти та все що з цим пов'язано. Проєкт розвивається та підтримується інтернет-спільнотою починаючи з 2014 року [14]. На рис. 1.6 наведено логотип енциклопедії BitcoinWiki.



Рисунок 1.6 - Логотип енциклопедії BitcoinWiki [14].

## 1.5 Емісія грошей та криптоактивів

**Емісія грошей** – це процес випуску в обіг нових грошових знаків або цінних паперів, який здійснюється державними чи фінансовими інституціями з метою забезпечення потреб господарського обігу. Основним емітентом

грошей виступає центральний банк країни, який контролює грошову масу в обігу для підтримання стабільності національної валюти. Завдяки емісії держава може фінансувати економічний розвиток, покривати бюджетний дефіцит або стимулювати ділову активність у періоди економічного спаду [15].

Криптоактиви, будучи цифровою формою грошей також підвержені впливу емісії, у випадку коли це передбачено контрактами, які забезпечують їх функціонування.

**Емісія криптоактивів** – це процес створення нових одиниць цифрових валют або токенів, що є основою функціонування будь-якої блокчейн-системи. Подібно до емісії грошей у традиційній фінансовій системі, емісія криптовалют визначає їхню кількість в обігу, рівень дефіциту та економічну цінність. Проте, на відміну від фіатних валют, де емісію контролюють центральні банки, у криптосистемах цей процес є децентралізованим і регулюється алгоритмами [16].

Для більшості криптовалют, зокрема у біткоїні, емісія відбувається за допомогою майнінгу – процесу підтвердження транзакцій і додавання нових блоків до блокчейну. Майнерам як винагорода нараховуються нові монети, що й утворює емісію. З часом винагорода зменшується, що створює дефляційний ефект і підвищує цінність активу. В інших проектах, таких як Ethereum після переходу на нову технологію підтвердження консенсусу Proof of Stake, емісія здійснюється шляхом стейкінгу – блокування певної кількості монет для підтримки мережі.

Крім монет, існує емісія токенів, що зазвичай проводиться під час первинного розміщення – ICO або токенсейлу. У цьому випадку кількість токенів визначається заздалегідь у смартконтракті, і вони можуть виконувати різні функції: бути платіжним засобом, інструментом управління чи активом, що підтверджує право на частку проєкту [17].

Таким чином, емісія криптоактивів є не лише технічним процесом, а й економічним механізмом, який визначає довіру до цифрової валюти, її стабільність та привабливість для інвесторів. Вона демонструє, як сучасні технології можуть забезпечити справедливий і прозорий розподіл ресурсів без централізованого контролю, відкриваючи шлях до нової епохи фінансової незалежності та децентралізованої економіки [16, 17].

## **1.6 Загальна кількість монет Bitcoin в обігу**

Загальна кількість монет Bitcoin, що може взагалі бути видобута дорівнює 21 млн. Станом на початок 2025 року видобуто 19,961 млн. монет [22].

Згідно із даних експертів та аналітичних звітів за весь час було вже втрачено близько 4 млн. монет Bitcoin, з яких 1,1 млн. належить саме Сатоші (творцю криптовалюти Біткоїн), та ще близько 2 млн. вкрадено зловмисниками, і ці монети відстежуються відповідними службами безпеки, із-за чого не можуть бути спокійно запущені в загальний обіг, тому що будуть конфісковані [22, 23].

Загалом 25-30% від максимально можливої емісії криптовалюти Біткоїн вже виведено з обігу, що позитивно впливає на формування ціни даного криптоактиву в довгостроковій перспективі [22, 23].

На рис. 1.7 наведено графік зміни вартості монети Біткоїн з часом [30], в залежності від кількості видобутих монет, які в результаті потрапили в загальний обіг. Зауважимо, що на довгостроковому періоді часу вартість саме монети Біткоїн зростає, по причині того, що максимально допустимий обсяг у неї кінцевий і дорівнює 21 млн. монет.

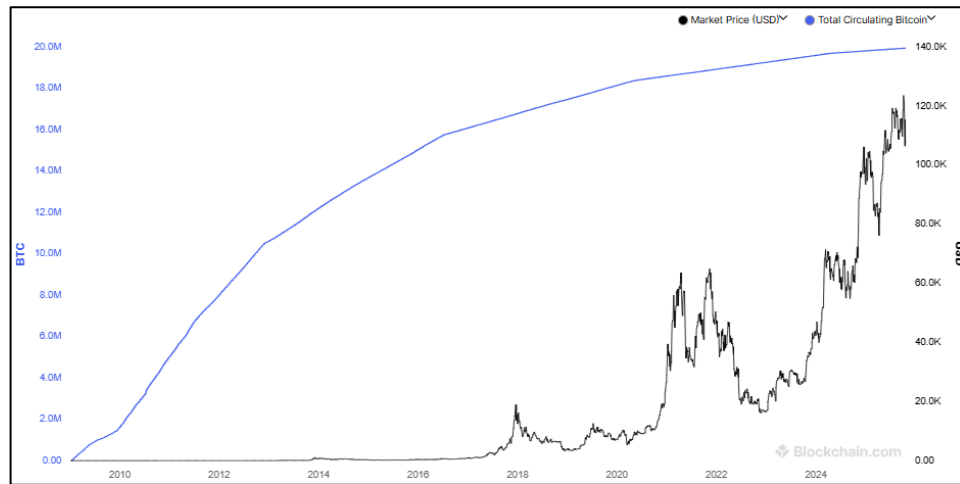


Рисунок 1.7 - Синя лінія (ліва шкала) – загальна кількість монет Біткоїн в обігу, чорна лінія (права шкала) – ціна монети Біткоїн у доларах США [30].

## 1.7 Висновки до розділу 1

У даному розділі було розглянуто базові поняття щодо криптовалют, передтечі та причини їх появи, як альтернативи традиційній фінансовій системі, у відповідь на економічну кризу 2008 року. Перелічені основні дійові особи, яки займалися цими проблемами у різні роки та зробили суттєвий вклад у розвиток цього напрямку.

Окрім цього показано зв'язок між технологією блокчейн та подальшим розвитком Вебу, у вигляді сучасної технології WEB 3. Описано основні властивості притаманні концепції WEB 3, роль та місце децентралізованих фінансових сервісів у яких користувачі обмінюються коштами без участі банків або урядів.

Надано опис інформаційних ресурсів в мережі Інтернет, де фахівці можуть знайти необхідні дані для пошуку інформації про криптоактиви, а саме, крипто-сайт для відстеження цін – CoinMarketCap, агрегатор даних – CoinGecko, он-лайн енциклопедія про криптовалюти – Bitcoinwiki.

Надані означення поняття емісії грошей, і як наслідок у зв'язку із тим, що криптоактиви, будучи цифровою формою грошей також підвержені впливу емісії, у випадку коли це передбачено контрактами, які забезпечують їх функціонування. При цьому емісія криптоактивів є не лише технічним процесом, а й економічним механізмом, який визначає довіру до цифрової валюти, її стабільність та привабливість для інвесторів, що загалом впливає на процес формування ціни криптоактиву.

## РОЗДІЛ 2 ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛІЗУ ВПЛИВУ ФАКТОРІВ НА ЗМІНУ ЦІНИ КРИПТОАКТИВУ

### 2.1 Вступ

Зазвичай торгівля на криптовалютному ринку відбувається аналітиками-трейдерами в ручному режимі, коли рішення приймаються на основі експертного досвіду особи. Як наслідок результати прогнозування, із використанням експертів є суб'єктивними, тому що такі прогнози не слідує строгим правилам і спираються на неформальні міркування експерта. В той час як, оснований на математичних моделях прогнози впливають з правил або методів, в яких формалізовано взаємовідносини між змінними.

Об'єктом дослідження є визначення зв'язку між емісією криптоактивів та зміною їхньої ціни, в результаті цього. Основні принципові передумови, на яких засновані відповідні математичні моделі полягають в наявності відповідної ретроспективної вибірки за необхідний період часу. Необхідно наголосити на наявності наступних трьох постулатів:

1. Ринок враховує все. Інакше кажучи, значення показника є і слідством і вичерпним віддзеркаленням всіх рушійних сил ринку.

2. Рух цін підпорядкований тенденціям. Життя ринку складається з періодів зростання і падіння цін, що чергуються, так що усередині кожного періоду відбувається розвиток пануючої тенденції, яка діє до тих пір, поки не почнеться рух ринку у зворотному напрямі.

3. Історія повторюється. “Ключ до розуміння майбутнього криється у вивченні минулого”. Те, що певні конфігурації цін мають властивість

з'являтися стійко і багато разів, в різних масштабах часу, є наслідком дії деяких стереотипів поведінки, властивих людській психіці.

## **2.2 Історична подопліка виникнення моделі логістичної регресії та практика її застосування**

За своєю суттю логістична регресія аналізує зв'язок між однією або декількома незалежними змінними та їх впливом на цільову змінну (це змінна що прогнозується) [18]. У випадку коли цільова зміна має лише два стани, вона називається бінарною, в деяких випадках кількість станів може бути більша за два, і тоді вона відноситься до номінальної (якщо немає внутрішнього упорядкування значень), або ординарної (якщо є внутрішня впорядкованість значень). На відміну від лінійної регресії, яка передбачає наявність цільової змінної неперервного типу, логістична регресія використовується, коли вихідна змінна є дискретною. Модель оцінює ймовірність належності спостереження до певного класу, використовуючи логістичну функцію (сигмоїду), яка обмежує вихідні значення в інтервалі від 0 до 1 [18].

Основний внесок у відкритті та подальшому використанні зробило багато вчених, при чому в деяких непоодиноких випадках, вони робили відкриття логістичної регресії незалежно один від одного. Перелічимо основних дослідників, які займалися цим питанням.

П'єр-Франсуа Вергюльст (1838-1847). Бельгійський математик П'єр-Франсуа Вергюльст вперше запропонував логістичну функцію в серії робіт між 1838 і 1847 роками для моделювання зростання населення. Він розробив рівняння, яке враховувало обмеження ресурсів, що призводить до насичення популяції. Ця функція стала відома як логістична крива [19].

Реймонд Перл і Ловелл Рід (1920). У 1920 році Реймонд Перл і Ловелл Рід незалежно відновили логістичну функцію для моделювання зростання населення США. Вони не були знайомі з роботами Вергюльста, але пізніше дізналися про них через Л. Густава дю Паск'є. Їхні дослідження сприяли подальшому застосуванню логістичної функції в статистиці [19].

Честер Іттнер Блісс і Джон Гаддум (1930-ті). У 1930-х роках Честер Іттнер Блісс розробив пробіт-модель для біоаналізу, використовуючи кумулятивну нормальну функцію розподілу. Ця модель дозволяла оцінювати ймовірності настання подій, таких як смертність при різних дозах речовин. Джон Гаддум також зробив внесок у розвиток цієї моделі [19].

Джозеф Берксон (1944). Джозеф Берксон ввів термін "логіт" у 1944 році, використовуючи логарифм відношення шансів (log-odds) для моделювання ймовірностей. Він запропонував логістичну модель як альтернативу пробіт-моделі, підкреслюючи її математичну простоту та зручність у застосуванні [19].

Сер Девід Кокс (1958). Британський статистик Девід Кокс у 1958 році опублікував роботу, в якій систематизував логістичну регресію як частину узагальнених лінійних моделей (GLM). Його внесок сприяв широкому впровадженню логістичної регресії в статистичний аналіз [19].

### 2.3 Лінійні імовірнісні моделі

Розглянемо регресійну модель виду:

$$y_i = \mathbf{Z}_i \boldsymbol{\beta} + v_i,$$

де  $\mathbf{Z}_i$  – це набір характеристик;

$\boldsymbol{\beta}$  – вектор параметрів.

У такому контексті бінарність значень  $y_i$  викликає деякі проблеми, наприклад, при інтерпретації фізичного змісту змінної [20, 21].

Таку систему називають лінійною імовірнісною моделлю (ЛІМ). Якщо залежна змінна неперервна, то зручно перейти до  $E[y|Z]$  (математичне сподівання  $y$  за умови набору  $Z$ ). До фіктивних змінних (приймають значення 1 або 0 в залежності від двох можливих отримуваних результатів) у загальному випадку такий підхід не застосовується. Головним недоліком лінійної імовірнісної моделі є те, що вона не забезпечує обмеження значень вихідної змінної в межах від 0 до 1. Оскільки похідна від імовірності по відповідному  $X$  дорівнює відповідному  $\beta$ , тоді дані обмеження відсутні. Розглянемо приклад з позитивним коефіцієнтом при пояснювальній змінній. У такому випадку, існує значення пояснювальної змінної, для якого імовірність більше 1. Лінійні імовірнісні моделі є гетероскедастичними (дисперсія залежить від часу) [20, 21].

Оскільки вихідні значення даного типу моделей не обмежені інтервалом  $[0; 1]$ , то його застосування неможливе в ряді практичних випадків. Перевагою таких моделей є простота (за умови неперервності) [20, 21].

Оскільки ЛІМ мають внутрішні недоліки для деяких використань, то розглянемо альтернативи. Перейдемо від  $X\beta$  до імовірності:

$$\text{prob}(y_i = 1) = F(X_i\beta),$$

За функцію  $F$ , яка відображає  $X\beta$  у інтервал  $[0; 1]$ , виберемо функцію розподілу. Якщо за  $F$  вибрати тотожну функцію, то одержимо:

$$\text{prob}(y_i = 1) = X_i\beta,$$

Це не підходить [20, 21].

Якщо ж покласти  $F$  рівною стандартному нормальному розподілу, то одержимо пробіт-модель:

$$prob(y_i = 1) = \Phi(X_i\beta) = \int_{-\infty}^{X_i\beta} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right) dz$$

Такий варіант підходить, тому що:

$$\lim_{z \rightarrow +\infty} \Phi(z) = 1,$$

$$\lim_{z \rightarrow -\infty} \Phi(z) = 0.$$

Вибираючи логістичний розподіл, одержимо ще одну можливу модель – логіт-модель:

$$prob(y_i = 1) = \Lambda(X_i\beta) = \frac{\exp(X_i\beta)}{1 + \exp(X_i\beta)}$$

Її значення також лежать в інтервалі  $[0; 1]$ .

Ці два види моделей найчастіше використовують на практиці, хоча застосовувати можна будь-яку іншу функцію, що задовольняє умові обмеження виходу інтервалом  $[0; 1]$ , як зазначено в [20, 21].

## 2.4 Пробіт-модель

Розглянемо пробіт-модель. Нехай ми спостерігаємо змінну  $y$ , що приймає значення 0 або 1. Визначимо  $y^*$  у такий спосіб:

$$y_i^* = X_i\beta + \varepsilon_i$$

Передбачається, що:

$$\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2).$$

Нагадаємо, що на відміну від ЛІМ,  $y_i^*$  у пробіт-моделі розподілена нормально, а спостереження  $y_i$  – ні. Покажемо далі, що умова формує пробіт-модель. Спочатку відзначимо:

$$\begin{aligned} \text{prob}(y_i = 1) &= \text{prob}(y_i^* > 0) = \text{prob}(X_i \beta + \varepsilon_i > 0) = \\ &= \text{prob}(\varepsilon_i > -X_i \beta) = \text{prob}\left(\frac{\varepsilon_i}{\sigma} > -X_i \frac{\beta}{\sigma}\right), \end{aligned}$$

де  $\sigma^2$  – дисперсія  $\varepsilon$ .

Ділення на  $\sigma$  дає можливість перейти до величини  $\frac{\beta}{\sigma}$ , що має стандартний нормальний розподіл, тобто нульове математичне сподівання і одиничну дисперсію. Величина  $\frac{\varepsilon}{\sigma}$  є стандартною нормально розподіленою, тому що вона отримана з  $\varepsilon$  вирахуванням її математичного сподівання (нуля) і діленням на її дисперсію  $\sigma$ . Для пробіт-моделі розподіл є симетричним, тому вираз можна переписати в такий спосіб:

$$\text{prob}(y_i = 1) = \text{prob}\left(\frac{\varepsilon_i}{\sigma} > -X_i \frac{\beta}{\sigma}\right) = \text{prob}\left(\frac{\varepsilon_i}{\sigma} < X_i \frac{\beta}{\sigma}\right) = \Phi\left(X_i \frac{\beta}{\sigma}\right).$$

Далі виведемо функцію правдоподібності. Оскільки:

$$\text{prob}(y_i = 1) = \Phi\left(X_i \frac{\beta}{\sigma}\right).$$

то:

$$prob(y_i = 0) = 1 - \Phi\left(X_i \frac{\beta}{\sigma}\right)$$

Якщо спостереження незалежні в сукупності, то імовірність усієї вибірки дорівнює добутку ймовірностей кожного спостереження. Нехай спостереження  $1, \dots, m$  мають результат  $y_i = 0$ , а для  $m + 1, \dots, n$  спостережень  $y_i = 1$ . Тоді:

$$\begin{aligned} L &= \prod_{i=1}^m prob(y_i = 0) * \prod_{i=m+1}^n prob(y_i = 1) \\ L &= \prod_{i=1}^m \left[ 1 - \Phi\left(X_i \frac{\beta}{\sigma}\right) \right] * \prod_{i=m+1}^n \Phi\left(X_i \frac{\beta}{\sigma}\right) \\ L &= \prod_{i=1}^n \Phi\left(X_i \frac{\beta}{\sigma}\right)^{y_i} * \left[ 1 - \Phi\left(X_i \frac{\beta}{\sigma}\right) \right]^{1-y_i} \end{aligned}$$

Зазвичай працюють з логарифмічною функцією правдоподібності:

$$l\left(\frac{\beta}{\sigma}\right) = \ln(L) = \sum_i \left\{ y_i * \ln\left[\Phi\left(X_i \frac{\beta}{\sigma}\right)\right] + (1 - y_i) * \ln\left[1 - \Phi\left(X_i \frac{\beta}{\sigma}\right)\right] \right\}$$

Логарифмічна функція правдоподібності приймає значення з інтервалу  $(-\infty; 0]$ , тому що  $0 \leq \Phi(\bullet) \leq 1$ .

Інший важливий аспект логарифмічної функції правдоподібності полягає в тому, що параметри  $\beta$  і  $\sigma$  завжди з'являються разом. Тому тільки величина  $\frac{\beta}{\sigma}$  має значення. Для зручності  $\sigma$  нормалізують, щоб працювати тільки з  $\beta$ .

Обчислення пробіта виконується безпосередньо, навіть якщо модель є нелінійною чи немає чіткого виразу для  $\Phi$ . Значення функції  $\Phi$  обчислюється чисельними методами. Однією з характеристик пробіта (і логіта) є те, що функція правдоподібності є увігнутою. Тому, використовуючи оптимізаційні пакети, не варто побоюватися того, що буде знайдений якийсь локальний максимум [20, 21].

Процедура обчислення полягає у визначенні оцінок для ЛІМ і їх подальшому використанні як початкової точки пошуку. Пошук ведеться доти, поки значення функції правдоподібності зростають. Один з методів пошуку називається методом кількісної оцінки. Оцінки пробіта знаходяться ітераційно:

$$\beta_{f+1} = \beta_f + I^{-1}(\beta_f) * \frac{\partial l}{\partial \beta_f},$$

де індекс вказує номер ітерації.  $I(\beta_f)$  – це оцінка інформаційної матриці (квадратної симетричної матриці від’ємних других похідних), обчисленої на останньому кроці.

Коли різниця між  $\beta_{f+1}$  і  $\beta_f$  близька до нуля, пошук припиняється. Відмінності в значеннях коефіцієнтів при двох кращих ітераціях будуть близькі до нуля, якщо значення  $\frac{dl}{d\beta}$  (похідна логарифмічної функції правдоподібності по відповідним параметрам) близька до нуля [20, 21].

## 2.5 Логіт-модель

Побудова логіта ідентична пробіту. З виразу маємо:

$$prob(y_i = 1) = \Lambda(X_i\beta) = \frac{\exp(X_i\beta)}{1 + \exp(X_i\beta)}$$

Інтерпретація латентної змінної логіта здійснюється аналогічно пробіту з тією відмінністю, що в вираз додане  $\varepsilon$ , яке називається розподілом екстремальних значень. Як і в пробіті, побудова моделі забезпечує обмеження вихідних значень інтервалом  $[0; 1]$ . Головною відмінністю нормального і логістичного розподілу є те, що останній має більшу вагу на «хвостах».

Похідна імовірності по елементу з  $X$  змінюється з  $X$ , як і в пробіті [20, 21]:

$$\frac{\partial E(y)}{\partial X_k} = \frac{\exp(X\beta)}{(1 + \exp(X\beta))^2} \beta_k$$

Перепишемо похідну так:

$$\frac{\partial E(y)}{\partial X_k} = p(1 - p)\beta_k$$

$$p = \frac{\exp(X\beta)}{1 + \exp(X\beta)}$$

## 2.6 Метрики аналізу якості побудованих математичних моделей

Для оцінювання ефективності алгоритмів класифікації, при проведенні емпіричних досліджень, використовуються різноманітні метрики. До класичних метрик класифікації належать такі метрики як точність (англ. precision), повнота (англ. recall) та гармонійне середнє точності та повноти

(англ. F1-score). В строгому формальному вигляді ці метрики записуються в наступному вигляді:

$$\begin{aligned} Precision &= \frac{TP}{TP + FP}, \\ Recall &= \frac{TP}{TP + FN}, \\ F1 &= 2 * \frac{Precision * Recall}{Precision + Recall}, \end{aligned}$$

де TP – кількість істинно позитивних передбачень, FP – кількість хибно позитивних передбачень [24]. За свою суттю значення precision вимірює частку коректно передбачених позитивних випадків серед усіх випадків, віднесених моделлю до позитивного класу. Високе значення precision вказує на те, що модель рідко дає хибні спрацювання [25]. При цьому дана метрика є особливо корисною, коли вартість помилкового спрацювання висока (наприклад, діагностика рідкісних захворювань, або відкриття угоди). В свою чергу значення Recall оцінює здатність моделі виявляти всі наявні позитивні випадки в даних. Високе значення recall означає, що модель виявляє більшість реальних позитивних прикладів [25]. Ця метрика є важливою в задачах, де пропуск позитивного випадку є великою втратою (наприклад, виявлення шкідливого програмного забезпечення, де упущення загрози неприпустиме). F1-score представляє собою гармонійне середнє між precision і recall, забезпечуючи компроміс між обома метриками [25].

Проте у ситуаціях, коли мітки класів є дуже незбалансованими, ці метрики можуть виявитись дуже низькими чи дуже високими, що не буде відповідати дійсності, наприклад, висока «загальна точність» може зумовлюватися переважанням одного класу, а надмірно низькі показники precision чи recall – бути наслідком нетипової вибірки [24]. Тому доцільно розглянути також метрики Balanced Accuracy та Average Precision score.

Balanced Accuracy є узагальненням точності з поправкою на нерівномірний розподіл класів. Формально вона визначається як середнє арифметичне двох базових precision: та recall:

$$\text{Balanced Accuracy} = \frac{1}{2} \left( \frac{TP}{TP + FN} + \frac{TN}{TN + FP} \right).$$

Average Precision Score узагальнює здатність класифікатора розташовувати позитивні приклади вище за негативні, незалежно від обраного порогу. Визначається як площа під кривою precision–recall (PR-curve):

$$\text{Average Precision} = \sum_{n=1}^N (R_n - R_{n-1}) P_n,$$

де  $P_n$  – precision на кроці  $n$ ,  $R_n$  – recall на кроці  $n$ . Площа під кривою варіюється від 0 до 1; близьке до 1 значення свідчить про те, що модель стабільно підтримує високий precision навіть за високого recall. Ця метрика особливо цінна, коли потрібно порівняти класифікатори за всіма можливими порогоми та оцінити їх здатність правильно ранжувати приклади [26].

Окрім цього при розробці торговельних стратегій, також треба використовувати економічні метрики, що відображають реальні ринкові результати. В даній роботі розглянемо наступні дві економічні метрики:

1. Максимальна кумулятивна дохідність торговельної стратегій. Максимальна кумулятивна дохідність вимірює найбільше зростання вартості портфеля за весь період спостереження, починаючи від базового рівня до найвищої точки. Тобто цей показник показує потенційну максимальну прибутковість стратегії за досліджуваний інтервал і є орієнтиром для порівняння з іншими підходами [27].

2. Максимальне просідання торговельної стратегій. Максимальне просідання характеризує найбільше відхилення портфеля вниз від локального максимуму до наступного локального мінімуму. Тобто ця метрика показує

глибину найсуттєвішого збитку в періоді. Чим вона вища, тим більший потенційний капіталовий ризик [27].

## 2.7 Висновки до розділу 2

У другому розділі була наведена теоретична інформація, щодо використання лінійних імовірнісних моделей, а також логіт і пробіт моделей в задачах класифікації. Найбільш популярним та практично значимим серед наведених моделей – це бінарна логістична регресія, яка знайшла широке застосування в задачах бінарної класифікації. Саме така задача вирішується в рамках даного дослідження, коли на основі наявної статистичної інформації прогнозується факт зміни ціни криптоактиву в залежності від зміни розміру його емісії.

Окрім цього наведені деякі історичні факти, що обумовлювали створення цього математичного напрямку та сфери його застосування на практиці.

З метою подальшого коректного порівняння різних моделей та оцінювання їх описових та прогнозуючих якостей, в цьому розділі було розглянуто використання комбінованого набору метрик, що включає як класичні показники якості класифікації (Precision, Recall, F1-score), так і розширені та економічні метрики. Серед економічних показників наведені кумулятивна дохідність та максимальне просідання торговельної стратегії.

Поєднання зазначених метрик забезпечує більш якісний та адекватний, в тому числі з економічної точки зору, а не тільки статистичної, всебічної оцінки обраної моделі логістичної регресії та її придатності для задач реального трейдингу.

## РОЗДІЛ 3 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ

### 3.1 Вступ

В даному розділі надано опис повної послідовності дій, щодо проведення аналізу реальних статистичних даних, починаючи від етапу пошуку та завантаження даних з агрегатору даних CoinMarketCap [11], попереднього аналізу даних, побудов аналітичних графіків та проведення статистичних тестів на наявність залежності між факторами, а також побудові фінальної математичної моделі з наведенням прогнозуючих статистичних характеристик та графіків.

### 3.2 Завантаження даних з агрегатору CoinMarketCap

На сайті-агрегаторі історичних даних CoinMarketCap (<https://coinmarketcap.com/historical/>) розміщені історичні дані щодо обсягів торгів по всьому крипторинку з усіх бірж починаючи з 28 квітня 2013 року по теперішній час [11].

На рисунку 3.1, що наведено нижче, показано скріншот сторінки, а саме розділу історичних даних про криптоактиви “Cryptocurrency Historical Data Snapshot”. Наведений інтернет-ресурс можна використовувати як перевірене джерело даних для аналізу, з метою виявлення тенденцій, трендів, закономірностей, що відбуваються на крипторинку.

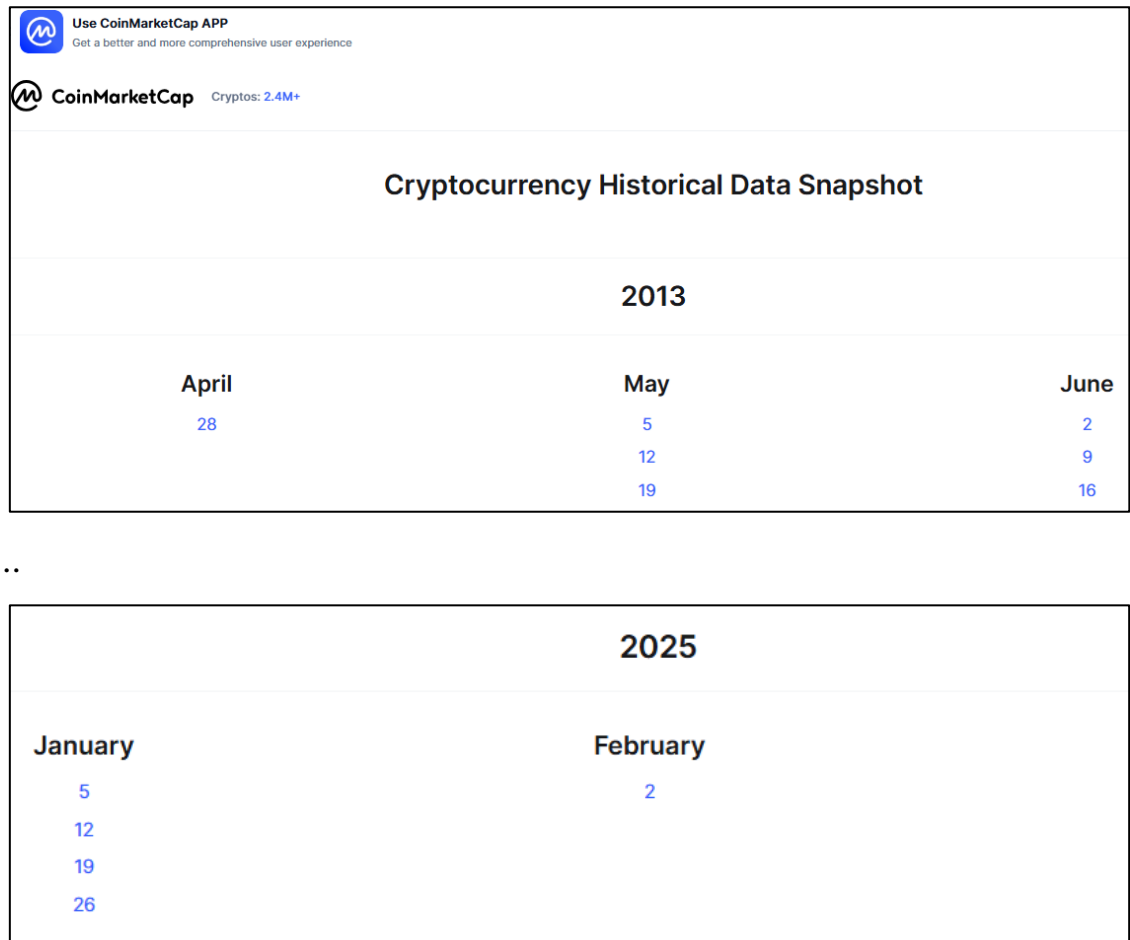


Рисунок 3.1 - Скріншот сторінки архівів історичних даних криптоактивів з сайту-агрегатору даних та новин CoinMarkerCap (<https://coinmarketcap.com/historical/>).

Зауважимо, що різноманітні криптоактиви на платформі CoinMarketCap додавалися послідовно, на самому початку роботи сайту, в першу добу взагалі було лише сім криптоактивів, через тиждень вже десять, через рік вже більше двохсот. На рисунку 3.2 показано криптоактиви, які були в наявності на платформі для першої доби роботи ресурсу, **28 квітня 2013 року**. Як можна побачити, всього відстежувалося лише **сім криптоактивів**, а саме **Bitcoin** (перша криптовалюта), **Litecoin** (перший альткоїн в історії), **Peercoin** (на базі коду Bitcoin), **Namecoin** (форк Bitcoin, другий альткоїн в історії), **Terracoin** (форк Bitcoin), **Devcoin** (третій альткоїн в історії) та **Novacoin** (окрема технологія від Bitcoin).

**Historical Snapshot - 28 April 2013**

Market Cap:  Price:  Volume (24h):

USD - Next Week → View All

| Rank | Name      | Symbol | Market Cap         | Price       | Circulating Supply | % 1h   | % 24h | % 7d   |
|------|-----------|--------|--------------------|-------------|--------------------|--------|-------|--------|
| 1    | Bitcoin   | BTC    | \$1,488,566,971.96 | \$134.21    | 11 091 325 BTC     | 0,64%  | --    | -- ... |
| 2    | Litecoin  | LTC    | \$74,637,021.57    | \$4.3484    | 17 164 230 LTC     | 0,80%  | --    | -- ... |
| 3    | Peercoin  | PPC    | \$7,250,186.65     | \$0.3865    | 18 757 362 PPC     | -0,93% | --    | -- ... |
| 4    | Namecoin  | NMC    | \$5,995,997.19     | \$1.1072    | 5 415 300 NMC      | -0,05% | --    | -- ... |
| 5    | Terracoin | TRC    | \$1,503,099.40     | \$0.6469    | 2 323 570 TRC      | 0,61%  | --    | -- ... |
| 6    | Devcoin   | DVC    | \$1,424,087.30     | \$0.0003261 | 4 366 620 160 DVC  | 0,46%  | --    | -- ... |
| 7    | Novacoin  | NVC    | \$1,162,266.30     | \$4.2464    | 273 706 NVC        | 2,14%  | --    | -- ... |

\* Not Mineable Next Week → View All

Рисунок 3.2 - Список крипто-активів, які збирав агрегатор даних CoinMarketCap, в перший день своєї роботи, станом на 28 квітня 2013 року.

(джерело: <https://coinmarketcap.com/historical/20130428/>)

Станом, на початок 2025 року, платформа містить повну інформацію про 10 807 криптоактивів, але звідна статистика за наведеним посиланням (<https://coinmarketcap.com/historical>) відображає по замовчанню тільки 200 найбільш популярних крипто-валют на відповідну дату. Для того, щоб перейти до загального повного рейтингу криптоактивів, треба скористатися посиланням: <https://coinmarketcap.com>

### 3.3 Код програми для вивантаження даних з агрегатору CoinMarketCap

Код програми для вивантаження даних має наступний вигляд.

```
import requests
from datetime import date, timedelta
from lxml import html
```

```
import json
import time

def get(day: date):
    url =
f'https://coinmarketcap.com/historical/{str(day).replace('-',
')}}/'
    # print(url)
    data = requests.get(url)
    # print(data.content)
    tree = html.fromstring(data.content)
    data =
json.loads(tree.xpath('//*[@id="__NEXT_DATA__"]')[0].text)
    content = json.loads(data['props']['initialState'])[
        'cryptocurrency']['listingHistorical']['data']
    with open(f'./data/{str(day)}.json', 'w') as f:
        json.dump(content, f)

start = date.fromisoformat('2024-12-28')
end = date.fromisoformat('2014-01-01')
delta = timedelta(days=1)

day = start

while day >= end:
    print(day)
    get(day)
    time.sleep(0.12)
    day -= delta
```

### 3.3.1 Коментарі до коду програми для вивантаження даних з агрегатору CoinMarketCap

Python Requests — це бібліотека, що створена для швидкої та простої роботи із запитамі. В нашому випадку використовується для Rest запитів.

```
import requests
```

Бібліотека **datetime** підтримує класи для роботи з датами та часом.

```
from datetime import date, timedelta
```

Бібліотека **lxml** використовується для отримання тексту з html атрибутами.

```
from lxml import html
```

Lxml на основі html коду будує DOM дерева.

Це дозволяє швидко робити операції пошуку по ньому.

Документація за посиланням

<https://lxml.de/>

Функція, в яку передається дата, по якій треба вивантажити дані.

```
def get(day: date):
```

```
    url
```

```
    f'https://coinmarketcap.com/historical/{str(day).replace('-',
    '')}/'
```

В об'єкті tree формується DOM дерева

```
    data = requests.get(url)
```

```
    tree = html.fromstring(data.content)
```

```
//*[@id="__NEXT_DATA__"]
```

Задається шлях відносно самого документу (аналог макрозмінної).

Більш детально можна ознайомитися за наступним інтернет-посиланням:

<https://ru.wikipedia.org/wiki/XPath>

XPath призначений для реалізації навігації по DOM в XML.

```
data =
json.loads(tree.xpath('//*[@id="__NEXT_DATA__"]')[0].text)
content = json.loads(data['props']['initialState']['
    'cryptocurrency']['listingHistorical']['data']
with open(f'./data/{str(day)}.json', 'w') as f:
    json.dump(content, f)
```

Початкова та кінцеві дати, а також крок між датами у одну добу.

```
start = date.fromisoformat('2024-12-09')
end = date.fromisoformat('2014-01-01')
delta = timedelta(days=1)
```

Зробимо між запитами затримку в 120 мілісекунд:

```
while day >= end:
    print(day)
    get(day)
    time.sleep(0.12)
```

### 3.3.2 Можливі проблеми, які могли виникнути при виконанні програми

Якщо при запуску програми видає повідомлення, як показано нижче, то це означає, що модуля немає і його треба встановити.

```
from lxml import html
ModuleNotFoundError: No module named 'lxml'
```

Для встановлення модуля lxml необхідно в командному рядку Windows виконати наступну команду

```
pip install --upgrade lxml
```

Якщо при запуску програми видає помилку

```
pip install --upgrade lxml
```

то це означає, що треба спочатку створити папку DATA в тій самій папці звідки запускається відповідний \*.ру файл.

### 3.4 Циркуляція кількості монет криптоактиву, та зв'язок із ціною криптоактиву

На основі даних CoinMarketCap за період з 2013-04-28 по 2025-04-20 було досліджено питання – Чи є якась взаємодія між збільшенням або зменшенням циркулювання монет та їх вартістю?

Було сформовано файл з інформацією про 1806 криптоактивів, який містить наступні стовпчики:

1) Symbol – тікер криптоактиву; загалом до аналізу було взято 1806 криптоактивів, що в період з 2013 по 2025 роки входили в ТОП-200 на сайті CoinMarketCap;

2) Date\_First та Date\_Last – початкова та кінцева дати, коли актив попав в ТОП-200;

3) Price\_First та Price\_Last – початкова та кінцева ціна активу, коли він був у ТОП-200;

4) circulatingSupply\_First та circulatingSupply\_Last – кількість монет, що були в обігу на початкову та кінцеву дати, коли актив був у ТОП-200.

На основі цих даних було обчислено наступні додаткові показники:

1) price\_ch\_pct – зміна ціни криптоактиву в процентах, за означений період;

2) circulation\_ch\_pct – зміна циркулюючої кількості криптоактиву в процентах, за означений період;

3) date\_cnt – кількість діб, протягом яких криптоактив був у ТОП-200;

4) year\_cnt – кількість років, протягом яких криптоактив був у ТОП-200.

Виходячи з обрахованих додаткових показників, було сформовано частотну таблицю 3.1, яка демонструє зв'язок між циркулюючою пропозицією та збільшенням/зменшенням ціни криптоактиву.

Таблиця 3.1. Частотна таблиця, що показує зв'язок між циркулюючою пропозицією та збільшення/зменшенням ціни криптоактиву.

| Циркулююча пропозиція | Ціна зменшилася | Ціна збільшилася | Загальна сума |
|-----------------------|-----------------|------------------|---------------|
| Зменшилася            | 57              | 94               | 151           |
| Залишилась незмінною  | 124             | 78               | 202           |
| Збільшилася           | 863             | 589              | 1452          |
| Загальна сума         | 1044            | 761              | 1805          |

Таблиця 3.2 містить значення статистики хі-квадрат, який для цієї таблиці дорівнює **27,55**, а р-значення статистики хі-квадрат менше за критичне альфа, що дорівнює 0,05. З чого **можна зробити висновок, що між цими показниками є суттєвий статистичний зв'язок.**

Таблиця 3.2. Значення статистики хі-квадрат.

| Статистика | Кількість ступенів свободи | Значення статистики хі-квадрат | р-значення |
|------------|----------------------------|--------------------------------|------------|
| Хі-квадрат | 2                          | 27,5534                        | <.0001     |

Загальний висновок з отриманих результатів можна описати наступним чином:

- 1) якщо циркулююча пропозиція **залишається незмінною**, то ціна криптоактиву **зменшується** у 61% випадків, та відповідно **збільшується** у 39% випадків;
- 2) якщо циркулююча пропозиція **зменшується**, то ціна криптоактиву **зменшується** у 38% випадків, та відповідно **збільшується** у 62% випадків;
- 3) якщо циркулююча пропозиція **збільшується**, то ціна криптоактиву **зменшується** у 60% випадків, та відповідно **збільшується** у 40% випадків.

Окрім цього було проведено дослідження залежності між зміною розміру циркулювання криптоактиву та зміною ціни, представлене у вигляді таблиць 3.3 та 3.4 та графіка на рис. 3.3, що наведені нижче.

Таблиця 3.3. Залежність між зменшенням циркуляції криптоактиву (у процентах) та збільшенням ціни.

| Зменшення циркуляції криптоактиву в процентах | Кількість ситуацій | На скільки процентів зростає ціна криптоактиву |
|---|--------------------|--|
| 1) від 1 до 20%                               | 67                 | 2,34   |
| 2) -40 to -20                                 | 19                 | 122,41   |
| 3) -60 to -40                                 | 17                 | 131,37   |
| 4) -80 to -60                                 | 19                 | 118,65   |
| 5) -100 to -80                                | 29                 | 3004,25  |

Таблиця 3.4. Показана залежність між збільшенням циркуляції криптоактиву (у процентах) та величиною падіння ціни криптоактиву (у процентах).

| Збільшення циркуляції криптоактиву в процентах | Ймовірність (у процентах) того, що ціна криптоактиву впаде, за умови збільшення циркуляції криптоактиву | На скільки процентів впаде ціна криптоактиву |
|--|---|--|
| від 0 до 5%                                    | 62,77   | -61,65                                       |
| від 5 до 15%                                   | 60,33   | -62,60                                       |
| від 15 до 30%                                  | 52  | -60,44                                       |
| від 30 до 50%                                  | 48,39   | -62,18                                       |
| від 50 до 70%                                  | 63,04   | -72,93                                       |
| від 70 до 100%                                 | 62,92   | -66,18                                       |
| від 100 до 125%                                | 52,54   | -65,96                                       |
| від 125 до 150%                                | 54,55   | -72,27                                       |
| від 150 до 200%                                | 58,62   | -68,78                                       |
| від 200 до 300%                                | 66,32   | -71,62                                       |
| від 300 до 400%                                | 59,65   | -67,70                                       |
| від 400 до 1000%                               | 63,33   | -78,85                                       |
| від 1000 до 2000%                              | 66,18   | -78,01                                       |
| більше ніж 2000%                               | 57,83   | -75,05                                       |



Рисунок 3.3 - Залежність між збільшенням циркуляції криптоактиву (вісь ОХ) та падінням ціни криптоактиву (вісь ОУ).

### 3.5 Опис вхідних даних для аналізу, файлу з історичними даними щодо часу, типу та кількості розблокованих криптоактивів

Таблиця `TOKEN_UNLOCKS_ALLOCATION_CLASSIFICATION`, наведена на рис. 3.4 нижче, містить наступні стовпчики:

- 1) `Time` – час розблокування криптоактиву;
- 2) `Date` – дата розблокування криптоактиву;
- 3) `Symbol` – тікер криптоактиву;
- 4) `Slog` – розширений опис приктоактиву;
- 5) `Amount` – кількість монет криптоактиву, що будуть розблоковані;
- 6) `Percentage` – процент монет криптоактиву, від загальної кількості, що будуть розблоковані;
- 7) `alloc_allocationName` – опис отримувачів розблокованого криптоактиву;
- 8) `alloc_amount` – кількість розблокованих монет криптоактиву, що будуть надіслані отримувачам;
- 9) `alloc_vestingType` – тип розблокування криптоактиві. Більш детальніше наведений опис в таблиці нижче;
- 10) `alloc_class` – клас розподілу монет, що розблоковуються. Більш детальніше опис станів наведено в таблиці нижче.

|    | time             | Date       | symbol | slog               | amount          | percentage | alloc_allocationName | alloc_amount    | alloc_vestingType | alloc_class         |
|----|------------------|------------|--------|--------------------|-----------------|------------|----------------------|-----------------|-------------------|---------------------|
| 1  | 2015-10-16T00... | 2015-10-16 | NEO    | neo                | 50000000        | 50         | Crowdfunding L...    | 50000000        | cliff             | Private/Seed In...  |
| 2  | 2015-11-19T00... | 2015-11-19 | XLM    | stellar            | 3146900808      | 6.26       | Marketing/Ope...     | 3146900808      | cliff             | Marketing / Op...   |
| 3  | 2016-11-11T00... | 2016-11-11 | GLM    | golem-network...   | 820000000       | 82         | ICO                  | 820000000       | cliff             | Public Sale / IC... |
| 4  | 2017-01-08T00... | 2017-01-08 | TRX    | tron               | 60000000002     | 60         | Private Sale         | 25700000000     | cliff             | Private/Seed In...  |
| 5  | 2017-01-08T00... | 2017-01-08 | TRX    | tron               | 60000000002     | 60         | TRON DAO &...        | 34300000002     | cliff             | Team & Adviso...    |
| 6  | 2017-04-19T13... | 2017-04-19 | RLC    | rlc                | 57999784.986... | 66.67      | Crowdsale            | 57999784.986... | cliff             | Public Sale / IC... |
| 7  | 2017-05-10T00... | 2017-05-10 | GLM    | golem-network...   | 180000000       | 18         | Team/Advisors...     | 60000000        | cliff             | Team & Adviso...    |
| 8  | 2017-05-10T00... | 2017-05-10 | GLM    | golem-network...   | 180000000       | 18         | Treasury             | 120000000       | cliff             | Treasury / Eco...   |
| 9  | 2017-05-31T00... | 2017-05-31 | BAT    | basic-attention... | 1500000000      | 100        | Brave                | 200000000       | cliff             | Other               |
| 10 | 2017-05-31T00... | 2017-05-31 | BAT    | basic-attention... | 1500000000      | 100        | User Growth          | 300000000       | cliff             | Airdrop & Com...    |
| 11 | 2017-05-31T00... | 2017-05-31 | BAT    | basic-attention... | 1500000000      | 100        | Public               | 1000000000      | cliff             | Other               |
| 12 | 2017-06-01T00... | 2017-06-01 | ZEN    | horizen            | 8000000         | 38.1       | ZEN Holders          | 8000000         | deflationary      | Other               |
| 13 | 2017-06-02T00... | 2017-06-02 | ZEN    | horizen            | 4000000         | 19.05      | ZEN Holders          | 4000000         | deflationary      | Other               |
| 14 | 2017-06-03T00... | 2017-06-03 | ZEN    | horizen            | 2000000         | 9.52       | ZEN Holders          | 2000000         | deflationary      | Other               |
| 15 | 2017-06-04T00... | 2017-06-04 | ZEN    | horizen            | 1000000         | 4.76       | ZEN Holders          | 1000000         | deflationary      | Other               |
| 16 | 2017-06-05T00... | 2017-06-05 | ZEN    | horizen            | 500000          | 2.38       | ZEN Holders          | 500000          | deflationary      | Other               |
| 17 | 2017-06-06T00... | 2017-06-06 | ZEN    | horizen            | 250000          | 1.19       | ZEN Holders          | 250000          | deflationary      | Other               |
| 18 | 2017-06-07T00... | 2017-06-07 | ZEN    | horizen            | 125000          | 0.6        | ZEN Holders          | 125000          | deflationary      | Other               |
| 19 | 2017-06-08T00... | 2017-06-08 | ZEN    | horizen            | 62500           | 0.3        | ZEN Holders          | 62500           | deflationary      | Other               |
| 20 | 2017-06-09T00... | 2017-06-09 | ZEN    | horizen            | 31250           | 0.15       | ZEN Holders          | 31250           | deflationary      | Other               |
| 21 | 2017-06-10T00... | 2017-06-10 | ZEN    | horizen            | 15625           | 0.07       | ZEN Holders          | 15625           | deflationary      | Other               |

Рисунок 3.4 - Приклад вигляду файлу даних TOKEN\_UNLOCKS\_ALLOCATION\_CLASSIFICATION, наведені перші 20 строк з 65128.

На основі інформації, отриманої з файлу історичних даних розблокування криптоактивів, було проведено аналіз щодо розподілу типів розблокування криптоактивів, який представлено у вигляді таблиці 3.5 та діаграми на рис. 3.5, що наведені нижче.

Таблиця 3.5. Розподіл типів розблокування (змінна аналізу alloc\_vestingType).

| alloc_vestingType | Опис типу розблокування | Кількість ситуацій | Відсоток ситуацій (%) |
|-------------------|-------------------------|--------------------|-----------------------|
| Missing           | пусте значення          | 400                | 0,61                  |
| cliff             | скелястий               | 2 368              | 3,64                  |
| deflationary      | дефляційний             | 1 118              | 1,72                  |
| inflationary      | інфляційний             | 1 161              | 1,78                  |
| linear            | лінійний                | 60 079             | 92,25                 |
| Загальна сума     |                         | 65 126             | 100                   |

На рис. 3.5 наведено приклад вигляду реальних історичних даних щодо подій пов'язаних із розблокуванням криптоактивів.



Рисунок 3.5 - Кругова діаграма значень розподіл типів розблокування.

Як можна побачити з таблиці та кругової діаграми, лише у 0,61% випадків змінна “Тип розблокування” містить значення пропуску (тобто відсутня інформація), при цьому у більшості випадків, а саме у 92,25% розблокування має лінійний характер, інші три види розблокування мають досить невеликі значення від 1,72% ситуація для “дефляційного” виду, 1,78% для “інфляційного” та 3,64% для “скелястого”.

В подальшому, в цьому розділі, будуть використовуватися наступні англійські терміни, що описуються різні типи розблокування криптоактивів:

1) **Cliff** (скелястий) – одноразове розблокування після заданого періоду (наприклад, команда не може продавати токени перші 12 місяців, потім все або частина стає доступною);

2) **Deflationary** (дефляційний) – жорстка формула емісії (наприклад, зменшення емісії з часом) чи гнучка;

3) **Inflationary** (інфляційний) – нові токени регулярно випускаються як винагорода стейкерам/валідаторам - це форма постійного розблокування через майнінг/стейкінг;

4) **Linear** (лінійний) – це механізм поступового розблокування токенів криптопроекту протягом певного періоду години рівномірними частинами.

Окрім цього на основі отриманих історичних даних, щодо розблокування криптоактивів було проведено статистичний аналіз розподілу значень класів розподілу монет, що розблоковуються, який наведено у вигляді таблиці 3.6, що наведена нижче.

Таблиця 3.6. Розподіл значень класів розподілу монет, що розблоковуються (змінна аналізу `alloc_className`).

| №  | Клас розподілу       | Кількість | Процент |
|----|----------------------|-----------|---------|
| 1  | Team                 | 3 511     | 17,34   |
| 2  | Staking Rewards      | 2 012     | 9,94    |
| 3  | Investors            | 1 922     | 9,49    |
| 4  | Core Contributors    | 1 778     | 8,78    |
| 5  | Advisors             | 1 559     | 7,70    |
| 6  | Community            | 1 433     | 7,08    |
| 7  | Ecosystem            | 1 430     | 7,06    |
| 8  | Foundation           | 1 370     | 6,77    |
| 9  | Treasury             | 1 322     | 6,53    |
| 10 | Marketing            | 874       | 4,32    |
| 11 | Seed                 | 719       | 3,55    |
| 12 | Foundation Treasury  | 646       | 3,19    |
| 13 | Community Incentives | 619       | 3,06    |
| 14 | Ecosystem incentives | 602       | 2,97    |
| 15 | DAO                  | 447       | 2,21    |

Як можна побачити з наведеної таблиці 3.6, всього передбачено 15 класів розподілів, але в даній роботі було прийнято рішення деякі класи об'єднати і скоротити загальну можливу кількість класів до дев'яти. Результат цього об'єднання представлено у вигляді нової змінної аналізу “клас розподілу монет” (`alloc_class`) та таблиці 3.7, представленої нижче. На рис. 3.6 ця ж сама статистична інформація наведена у вигляді кругової діаграми.

Таблиця 3.7. Розподіл значень класів розподілу монет, що розблоковуються (змінна аналізу alloc\_class).

| № | alloc_class<br>(клас розподілу)      | Опис типу класу<br>розподілу                         | Кількість<br>ситуацій | Відсоток<br>ситуацій |
|---|--------------------------------------|--|-----------------------|----------------------|
| 1 | Other                                | інше   | 17 517                | 26,90                |
| 2 | Treasury / Ecosystem<br>Fund         | Казначейський фонд<br>/ Екосистемний<br>фонд         | 14 642                | 22,48                |
| 3 | Team & Advisors                      | Команда та<br>консультанти                           | 10 481                | 16,09                |
| 4 | Staking / Mining<br>Rewards          | Винагороди за<br>стейкінг / майнінг                  | 9 133                 | 14,02                |
| 5 | Private/Seed<br>Investors            | Приватні/початкові<br>інвестори                      | 8 910                 | 13,68                |
| 6 | Airdrop &<br>Community<br>Incentives | Ейрдроп та стимули<br>для громади                    | 2 129                 | 3,27                 |
| 7 | Marketing /<br>Operations            | Маркетинг /<br>Операції                              | 1 702                 | 2,61                 |
| 8 | Burn / Locked /<br>Vesting           | Запуск / Заблоковано<br>/ Надання права<br>власності | 432                   | 0,66                 |
| 9 | Public Sale / ICO                    | Публічний продаж /<br>ICO                            | 180                   | 0,28                 |
|   | Загальна сума                        |  | 65 126                | 100 %                |



Рисунок 3.6 - Кругова діаграма значень частот для класів розподілу монет.

Як можна побачити з таблиці та кругової діаграми значень частот для класів розподілу монет, у 22,48% випадків це – “Казначейський фонд / Екосистемний фонд”, у 16% випадків це – “Команда та консультанти”, у 14,2% випадках – це “Винагороди за стейкінг / майнінг”, у 13,6% випадках – це “Приватні/початкові інвестори”, всі інші 11 класів розподілу займають дрібні частини від 3,27% та менше, але сумарно ці 11 класів – це приблизно 33% випадків.

### 3.6 Математичні моделі прогнозування напрямку зміни ціни

#### 3.6.1 Модель логістичної регресії

На основі отриманих даних була побудована модель логістичної регресії для прогнозування напрямку руху ціни криптоактиву, в залежності від таких змінних:

- тип розблокування (номінальна змінна, що має 5 станів);
- клас розподілу монет (номінальна змінна, що має 9 станів).

На основі розрахунків були отримані значення оцінок коефіцієнтів моделі логістичної регресії, представлені у таблиці 3.8.

Код програми для побудови моделі логістичної регресії, на мові програмування SAS Base має наступний вигляд:

```
ods graphics on;
proc logistic data=fd.ABT_v_1 alpha=.05
                plots(only)=(effect oddsratio);
    CLASS AVT_TYPE alloc_class;
    model sign_short_profit=AVT_TYPE alloc_class /
clodds=pl;
    OUTPUT OUT=WORK.PREDLogRegPredictions
           PREDPROBS=INDIVIDUAL;
```

```
run;
```

Таблиця 3.8. Значення оцінок коефіцієнтів моделі логістичної регресії.

| Параметр моделі | Значення                             | DF<br>(кількість ступенів свободи) | Значення оцінки коефіцієнта моделі | Стандартна похибка | Хі-квадрат статистика Вольда | p-значення для статистики хі-квадрат |
|-----------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| Intercept       |                                      | 1                                  | -2,8013                            | 21,9275            | 0,0163                       | 0,8983                               |
| AVT_TYPE        | CLIFF                                | 1                                  | -0,5901                            | 0,2137             | 7,6248                       | 0,0058                               |
| AVT_TYPE        | CLIFF /<br>INEAR                     | 1                                  | 0,1164                             | 0,2246             | 0,2684                       | 0,6044                               |
| alloc_class     | Airdrop &<br>Community<br>Incentives | 1                                  | 2,9068                             | 21,9337            | 0,0176                       | 0,8946                               |
| alloc_class     | Burn /<br>Locked /<br>Vesting        | 1                                  | -6,9552                            | 157,2              | 0,002                        | 0,9647                               |
| alloc_class     | Marketing /<br>Operations            | 1                                  | 2,3338                             | 21,9323            | 0,0113                       | 0,9153                               |
| alloc_class     | Other                                | 1                                  | 1,6769                             | 21,9284            | 0,0058                       | 0,939                                |
| alloc_class     | Private/Seed<br>Investors            | 1                                  | 1,4295                             | 21,9282            | 0,0042                       | 0,948                                |
| alloc_class     | Public Sale /<br>ICO                 | 1                                  | -8,0191                            | 80,863             | 0,0098                       | 0,921                                |
| alloc_class     | Staking /<br>Mining<br>Rewards       | 1                                  | 2,6989                             | 21,933             | 0,0151                       | 0,9021                               |
| alloc_class     | Team &<br>Advisors                   | 1                                  | 1,9807                             | 21,9279            | 0,0082                       | 0,928                                |

Статистичні характеристики побудованої моделі логістичної регресії:

- 1) True-Negative = 117;
- 2) False-Negative = 76;
- 3) False-Positive = 10;
- 4) True-Positive = 362.

Загалом на ретроспективних даних отримана модель логістичної регресії дозволяє вірно прогнозувати напрямок зміни ціни у 84% ситуацій.

### 3.6.2 Модель нейронної мережі

В якості альтернативної по відношенню, до моделі логістичної регресії, побудуємо модель нейронної мережі, що складається з трьох шарів, зображені на рис. 3.7 та рис. 3.8. Перший шар містить вхідні лагові змінні значень відкриття свічки. Другий шар – три приховані нейрони. Третій шар – цільова змінна.

**Нейронна мережа прямого поширення** (feed-forward neural network) в загальному вигляді може бути записана наступним чином:

$$g_0^{-1}(E(y)) = w_0 + w_1 \cdot H_1 + w_2 \cdot H_2 + w_3 \cdot H_3$$

$$H_1 = g_1(w_{01} + w_{11} \cdot x_1 + w_{21} \cdot x_2 + w_{31} \cdot x_3)$$

$$H_2 = g_2(w_{02} + w_{12} \cdot x_1 + w_{22} \cdot x_2 + w_{32} \cdot x_3)$$

$$H_3 = g_3(w_{03} + w_{13} \cdot x_1 + w_{23} \cdot x_2 + w_{33} \cdot x_3)$$

де  $w_{01}, w_{02}, w_{03}$  - вагові коефіцієнти на рисунку нижче не представлені, оскільки є вільними членами.

$$y = Open(t)$$

$$x_1 = Open(t - 1)$$

$$x_2 = Open(t - 2)$$

$$x_3 = Open(t - 3)$$

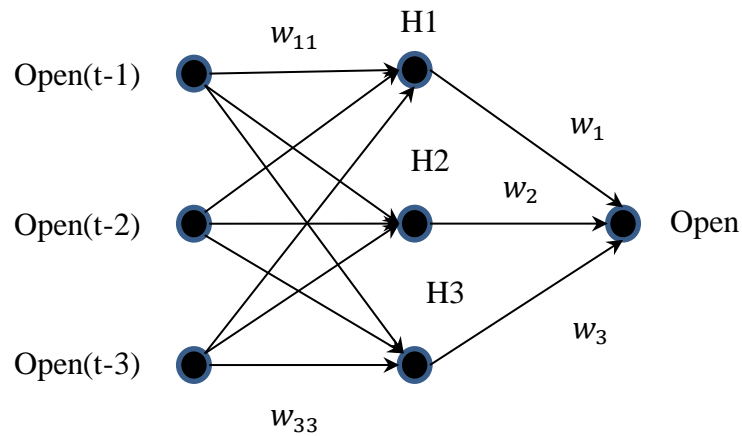


Рисунок 3.7 - Топологія нейронної мережі, для якої реалізовано наведений код програми [30].

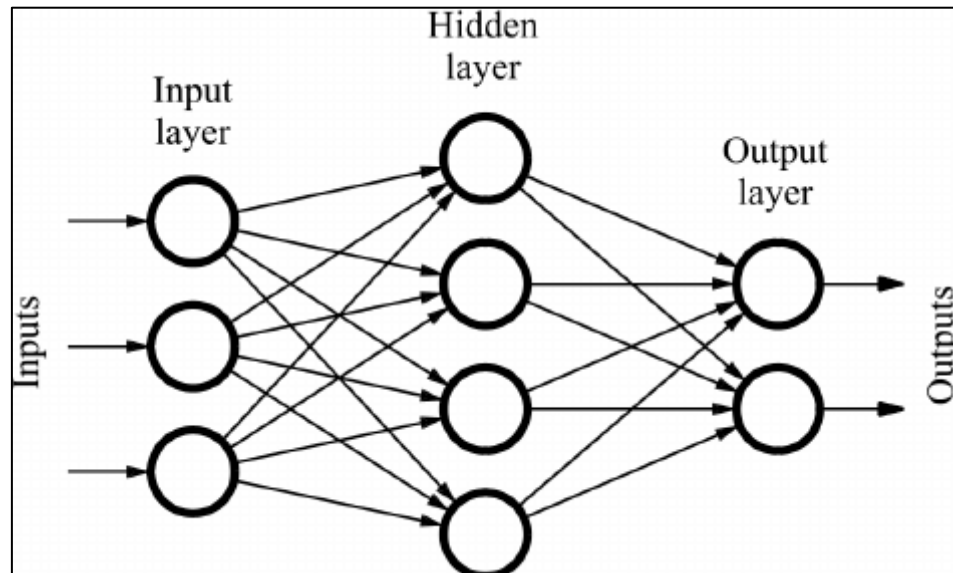


Рисунок 3.8 - Нейронна мережа у загальному вигляді, що містить три шари – Input, Hidden та Output [30].

Штучні нейронні мережі найзручніше представляти у графічному вигляді, як показано на рисунку, у вигляді з'єднаних вершин, об'єднаних у вхідний, прихований та вихідний шари. Вхідний шар містить вхідні вершини, що відображають вхідні змінні (регресори). Вихідний шар містить цільову змінну, у загальному випадку може бути більш ніж одна вихідна змінна. Прихований шар, у свою чергу, містить приховані елементи – нейрони. Нейрони – це проміжні елементи, які з допомогою математичних перетворень перетворюють значення вхідних змінних у вихідний сигнал.

Багатошаровий перцептрон (MLP) є нейронною мережею прямого поширення, яка використовує сигмоїдні функції активації (наприклад, гіперболічний тангенс). MLP є найпоширенішим типом нейронної мережі, що використовується для навчання з учителем.

Гіперболічні функції – сімейство елементарних функцій, що виражаються через експоненту і тісно пов'язані з тригонометричними функціями.

По замовчанню в системі SAS в якості функції зв'язку використовується TANH – гіперболічний тангенс.

Код програми, для створення АВТ таблиці, що буде містити нові лагові змінні:

```
data BTC_KLINES_ABT;  
set BTC_KLINES;  
Open_Lag_1=Lag(Open);  
Open_Lag_2=Lag2(Open);  
Open_Lag_3=Lag3(Open);  
run;
```

Код програми:

```
proc dmdb data=work.BTC_KLINES_ABT dmdbcat=dmBTC;  
var Open Open_Lag_1 Open_Lag_2 Open_Lag_3;  
run;
```

Підготовка даних для побудови нейронної мережі.

В результаті в Work з'явиться службовий каталог dmBTC (його стандартними засобами SAS не видно).

Код програми:

```
proc neural data=work.BTC_KLINES_ABT dmdbcat=dmBTC;
  input Open_Lag_1 Open_Lag_2 Open_Lag_3 / level=int;
  target Open / level=int;
  archi mlp hidden=3;
  train;
  score data=work.BTC_KLINES_ABT out=Forecast;
run;
```

Для вхідних змінних Open\_Lag\_1, Open\_Lag\_2, Open\_Lag\_3 призначається роль **INPUT**.

Для цільової змінної Open призначається роль **TARGET**.

Оператор **LEVEL**= вказує рівень вимірювання змінної.

Оператор **ARCHI** вказує тип архітектури.

Оператор **HIDDEN**= задає кількість нейронів у прихованому шарі.

Оператор **SCORE** створює вихідний набір даних Forecast, який містить прогнози на основі даних із набору даних work.BTC\_KLINES\_ABT. Прогнози містяться у р\_Open.

Можливі значення опції **LEVEL** =

**NOMINAL** | **NOM** - номінальний рівень вимірювання.

**ORDINAL** | **ORD** - ординарний рівень вимірювання.

**INTERVAL**|**INT** – інтервальний рівень виміру.

За замовчуванням використовується:

- 1) інтервальний рівень вимірювання для змінних, зазначених у операторі **VAR** процедури **DMDB**;
- 2) номінальний рівень вимірювання для змінних, вказаних у операторі **CLASS** процедури **DMDB**.

Опція **TRAIN** будує модель за вказаними даними, при цьому можна додатково вказати різні додаткові налаштування (наведено нижче):

- 1) MAXITER – максимальна кількість ітерацій (за замовчуванням 100);
- 2) MAXTIME – максимальний час, який витрачено на навчання мережі;
- 3) TECHNIQUE – метод оптимізації.

Опція GRAPH у процедурі PROC NEURAL відображає процес побудови моделі.

Початкові значення оцінок параметрів нейронної мережі, отримані на початку процесу оптимізації, наведені в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9. Початкові значення оцінок параметрів моделі.

| Optimization Start  |                |           |                             |
|---------------------|----------------|-----------|-----------------------------|
| Parameter Estimates |                |           |                             |
| N                   | Parameter      | Estimate  | Gradient Objective Function |
| 1                   | Open_Lag_1_H11 | -0.024815 | 0                           |
| 2                   | Open_Lag_2_H11 | -0.057728 | 0                           |
| 3                   | Open_Lag_3_H11 | -0.140581 | 0                           |
| 4                   | Open_Lag_1_H12 | -0.128323 | 0                           |
| 5                   | Open_Lag_2_H12 | 0.042454  | 0                           |
| 6                   | Open_Lag_3_H12 | 0.288309  | 0                           |
| 7                   | Open_Lag_1_H13 | -0.878258 | 0                           |
| 8                   | Open_Lag_2_H13 | 0.457147  | 0                           |
| 9                   | Open_Lag_3_H13 | 0.330363  | 0                           |
| 10                  | BIAS_H11       | 0.175710  | 0                           |
| 11                  | BIAS_H12       | -1.443608 | 0                           |
| 12                  | BIAS_H13       | 0.448873  | 0                           |
| 13                  | H11_Open       | 0         | 68.443610                   |
| 14                  | H12_Open       | 0         | -16.445636                  |
| 15                  | H13_Open       | 0         | 27.038802                   |
| 16                  | BIAS_Open      | 37983     | -2.068726                   |

Value of Objective Function = 29896.237134

Наголосимо, що в таблиці вище BIAS\_Open = 37983.

Фактично – це значення математичного сподівання по змінній Open, що можна отримати за допомогою коду програми:

```
proc means data=work.BTC_KLINES_ABT;
var Open;
run;
```

Параметри методу оптимізації Levenberg–Marquardt, які використовуються в процедурі PROC NEURAL, наведені в таблиці 3.10. Дані параметри визначають критерії збіжності, обмеження на кількість ітерацій та умови завершення процесу навчання нейронної мережі.

Таблиця 3.10. Таблиця з параметрами PROC NEURAL для методу Levenberg-Marquardt Optimization.

|                                     |              |
|-------------------------------------|--------------|
| Minimum Iterations                  | 0            |
| Maximum Iterations                  | 100          |
| Maximum Function Calls              | 2147483647   |
| Maximum CPU Time                    | 604800       |
| ABSGCONV Gradient Criterion         | 0.00001      |
| GCONV Gradient Criterion            | 1E-8         |
| GCONV2 Gradient Criterion           | 0            |
| ABSFCONV Function Criterion         | 0            |
| FCONV Function Criterion            | 0.0001       |
| FCONV2 Function Criterion           | 0            |
| FSIZE Parameter                     | 0            |
| ABSXCONV Parameter Change Criterion | 0            |
| XCONV Parameter Change Criterion    | 0            |
| XSIZE Parameter                     | 0            |
| ABSCONV Function Criterion          | 30.191363235 |
| Trust Region Initial Radius Factor  | 1            |
| Singularity Tolerance (SINGULAR)    | 1E-8         |

Звернемо увагу на максимальну кількість ітерацій рівну 100, причому критерій збіжності 1E-8 досягається вже на 74 ітерації.

Детальну інформацію про перебіг процесу оптимізації, зокрема зміну значення цільової функції та параметрів алгоритму на кожній ітерації, наведено в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11. Таблиця ітерацій виконання PROC NEURAL.

| Iteration | Restarts | Function Calls | Active Constraints | Objective Function | Objective Function Change | Max Abs Gradient Element | Lambda | Ratio Between Actual and Predicted Change |
|-----------|----------|----------------|--------------------|--------------------|---------------------------|--------------------------|--------|---|
| 1         | 0        | 2              | 0                  | 23684              | 6212.0                    | 22526.5                  | 4.117  | 1.000                                     |
| 2         | 0        | 3              | 0                  | 22359              | 1325.2                    | 8149.4                   | 0.0136 | 0.0573                                    |
| 3         | 0        | 4              | 0                  | 13806              | 8553.4                    | 4045.8                   | 4.343  | 0.958                                     |
| ...       | ...      | ...            | ...                | ...                | ...                       | ...                      | ...    | ...                                       |
| 72        | 1        | 91             | 0                  | 422.26440          | 0.00237                   | 3.4523                   | 0.126  | 0.203                                     |
| 73        | 1        | 92             | 0                  | 422.26317          | 0.00122                   | 4.2350                   | 0.151  | 0.110                                     |
| 74        | 1        | 93             | 0                  | 422.26093          | 0.00225                   | 3.3634                   | 0.122  | 0.195                                     |

Як очевидно на 74 ітерації досягнуто збіжність.

Узагальнені результати процесу оптимізації, включаючи кількість ітерацій, значення цільової функції та параметри алгоритму, наведені в таблиці 3.12.

Таблиця 3.12. Результати оптимізації.

| Optimization Results |        |                          |      |
|----------------------|--------|--------------------------|------|
| Iterations           | 74     | Function Calls           | 95   |
| Jacobian Calls       | 77     | Active Constraints       | 0    |
| Objective Function   | 422.26 | Max Abs Gradient Element | 3.36 |
| Lambda               | 0.12   | Actual Over Pred Change  | 0.19 |
| Radius               | 0.14   |                          |      |

Службове сповіщення – про те, що алгоритм за обраним критерієм досяг збіжності:

Convergence criterion (FCONV=0.0001) satisfied.

At least one element of the gradient is greater than 1e-3.

Кінцеві значення вагових коефіцієнтів нейронної мережі, отримані після завершення процесу оптимізації, наведені в таблиці 3.13.

Таблиця 3.13. Кінцеві значення вагових коефіцієнтів моделі.

| Optimization Results |                |             |                             |
|----------------------|----------------|-------------|-----------------------------|
| Parameter Estimates  |                |             |                             |
| N                    | Parameter      | Estimate    | Gradient Objective Function |
| 1                    | Open_Lag_1_H11 | -0.777893   | 0.366706                    |
| 2                    | Open_Lag_2_H11 | -0.205639   | 0.309098                    |
| 3                    | Open_Lag_3_H11 | 0.147676    | -0.399089                   |
| 4                    | Open_Lag_1_H12 | 15.213483   | -0.242433                   |
| 5                    | Open_Lag_2_H12 | 30.278717   | -0.227458                   |
| 6                    | Open_Lag_3_H12 | -57.510087  | -0.216262                   |
| 7                    | Open_Lag_1_H13 | -0.371899   | -0.751710                   |
| 8                    | Open_Lag_2_H13 | 0.027770    | -0.257747                   |
| 9                    | Open_Lag_3_H13 | -0.012009   | 0.182965                    |
| 10                   | BIAS_H11       | -1.202315   | 0.286872                    |
| 11                   | BIAS_H12       | 19.938090   | -0.142617                   |
| 12                   | BIAS_H13       | 0.584068    | 3.363438                    |
| 13                   | H11_Open       | -139.268871 | -0.004919                   |
| 14                   | H12_Open       | -13.494395  | 0.000084338                 |
| 15                   | H13_Open       | -497.480193 | 0.002800                    |
| 16                   | BIAS_Open      | 38142       | 0.001094                    |

### 3.6.3 Результати порівняння моделей

В таблиці 3.14 наведено результати порівняння моделі логістичної регресії та моделі нейронної мережі. Вибірка була розбита на тренінговий та валідаційний набори даних у співвідношенні 70% на 30%.

Таблиця 3.14. Статистичні характеристики побудованих моделей.

|                | Логістична<br>регресія<br>(тренінговий<br>набір даних) | Нейронна<br>мережі<br>(тренінговий<br>набір даних) | Логістична<br>регресія<br>(валідаційний<br>набір даних) | Нейронна<br>мережі<br>(валідаційний<br>набір даних) |
|----------------|--|--|---|---|
| True-Negative  | 15 %   | 20 %   | 22 %  | 18 %  |
| False-Negative | 17 %   | 13 %   | 10 %  | 15 %  |
| False-Positive | 6 %  | 3 %  | 2 %   | 5 %   |
| True-Positive  | 62 %   | 64 %   | 66 %  | 62 %  |

Як можна побачити з отриманих результатів порівняння, з табл. 3.14, на тренінговому наборі даних логістична регресія програє моделі нейронної мережі, але на валідаційному наборі даних ситуація змінюється навпаки, що лише підтверджує той факт, що нейронні мережі схильні до перенавчання і тому їх треба використовувати із урахуванням цього факту.

### 3.7 Опис роботи алгоритму торгівлі

1. Вивантажуються дані з сайтів-агрегаторів щодо майбутніх розблокувань криптоактивів.
2. Перевіряється капіталізація крипто-проекту за відкритими джерелами даних, і якщо капіталізація достатньо велика, наприклад входить до ТОП-4000 крипто-проектів, за цим показником, то проект цікавий і аналізується далі.
3. Перевіряється значення розміру розблокування кількості монет крипто-проекту, якщо розмір розблокування досить суттєвий, наприклад більший за 1% від поточної кількості монет в обігу, то проект аналізується далі.

4. За певний період часу до розблокування монет крипто-проекту, виставляється ордер на продаж, по максимально вигідній ціні.

5. Після розблокування монет крипто-проекту, через певний період часу виставляється ордер на покупку, по максимально вигідній ціні.

### **3.8 Результати роботи алгоритму торгівлі**

В додатку Б в таблиці Б.1 наведена історія торгів на основі запропонованого алгоритму, що базується на ідеї зміни курсу криптоактиву в залежності від розміру емісії криптоактиву.

Загалом історія торгів містить 168 угод, які було оброблено алгоритмом, за період часу з 5 листопада 2020 року по 16 травня 2025 року.

Таблиця історії торгів, див. таблицю Б.1 в додатку Б, містить наступні стовпчики:

- 1) Short\_token – тікер криптоактиву, який аналізується, по якому алгоритм виконує угоду;
- 2) Unlock\_date – дата розблокування криптоактиву, тобто факт емісії криптоактиву у зазначений час та дату;
- 3) Percentage – процент розблокованих криптоактивів;
- 4) Entry\_date – дата входу в угоду по даному криптоактиву;
- 5) Exit\_date – дата виходу з угоди по даному криптоактиву;
- 6) Entry\_price\_short – ціна криптоактиву на момент входу в угоду;
- 7) Exit\_price\_short – ціна криптоактиву на момент виходу з угоди;
- 8) Short\_profit – дохідність по відповідній угоді, в біпсах.

На рис. 3.9 нижче наведена загальна кумулятивна дохідність роботи торгівельного алгоритму за період з 5 листопада 2020 року по 16 травня 2025

року, загалом було здійснено 168 угод, які принесли загалом 633 біпси доходу, що становить майже 6,3% дохідності.

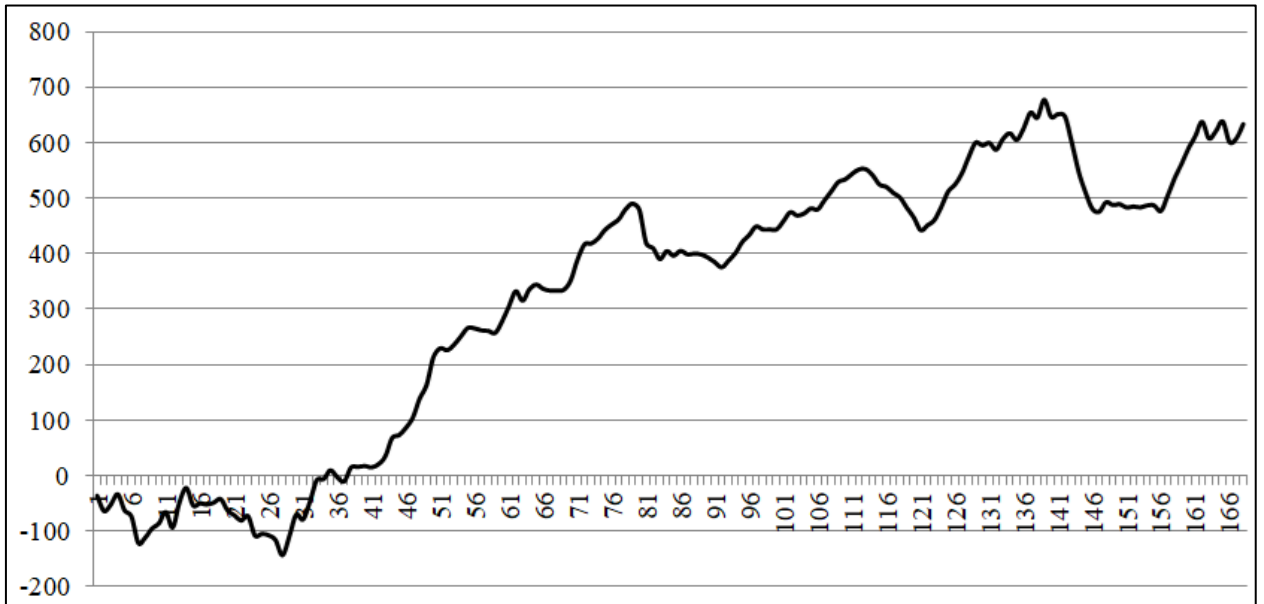


Рисунок 3.9 - Ось абсцис – номер угоди, ось ординат - загальна кумулятивна дохідність роботи торгівельного алгоритму за період з 5 листопада 2020 року по 16 травня 2025 року, загалом 168 угод.

На рис. 3.10 нижче наведено графік значення максимальної просадки (збитку) роботи алгоритму за період з 5 листопада 2020 року по 16 травня 2025 року, загалом 168 угод, з якого можна побачити, що найбільший збиток-просадка дорівнюють 202 біпси.

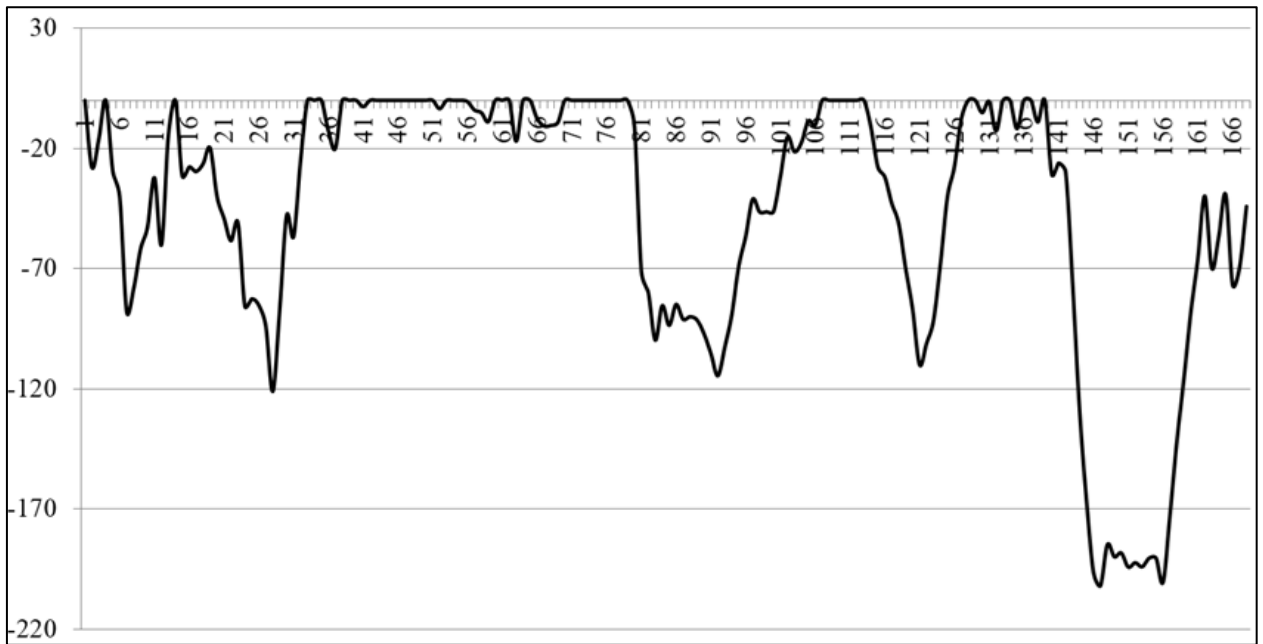


Рисунок 3.10 - Ось абсцис – номер угоди, ось ординат – значення максимальної просадки (збитку) роботи алгоритму за період з 5 листопада 2020 року по 16 травня 2025 року, загалом 168 угод.

Основний висновок, який можна зробити з отриманих результатів торгівлі, наступний – співвідношення прибуткових угод до збиткових становить 61% прибуткових проти 39% збиткових, при чому:

- отримано загалом 65 збиткових угод;
- середній розмір збиткової угоди 15 біпсів;
- максимальний розмір збиткової угоди 60 біпсів;
- сумарно 993 біпси збитків, по збиткових 65 угодах;
- отримано загалом 103 прибуткові угоди;
- середній розмір прибуткової угоди 16 біпсів;
- максимальний розмір прибуткової угоди 50 біпсів;
- сумарно 1626 біпсів прибутку, по 103 прибуткових угодах.

Окрім цього в роботі було зроблено порівняння запропонованої стратегії зі зміною курсу криптоактиву Біткої за означений період часу з 2021 по 2025 рік. На рисунку 3.11 наведено графіки порівняння кумулятивних дохідностей при торгівлі на основі стратегії, запропонованої в цій роботі

автором (ліва вісь ординат) та дохідність при торгівлі криптоактивом Біткоїн (права вісь ординат).



Рисунок 3.11 - Вісь абсцис – рік, ліва вісь ординат – дохідність запропонованої автором стратегії, права вісь ординат – дохідність по криптоактиву Біткоїн.

За означений період часу стратегія автора заробила більше 600 біпсів, в той час як стратегія торгівлі по Біткоїну трохи більше 200 біпсів.

Окрім цього, з рис. 3.11 можна зробити наступний висновок, що запропонована автором стратегія втрачає кошти інвесторів, коли ринок криптовалют зростає (бичача фаза ринку), але у випадках коли ринок криптовалют падає (ведмежий ринок), запропонована стратегія показує надзвичайно гарні результати. Даний результат є цілком логічний, тому що запропонована автором стратегія за своєю суттю і розроблялася для того щоб шортити криптоактиви у моменти розблокування криптоактивів.

### 3.9 Висновки до розділу 3

В даному розділі наведено практичний приклад виконання дослідження щодо впливу емісії на зміну ціни криптоактиву. Данні щодо цін криптоактивів було взято з сайту біржи Бінанс, історичні дані щодо фактів розблокування взято з сайту-агрегатора новин CoinMarketCap.

Аналіз виявив наступні факти, якщо циркулююча пропозиція залишається незмінною, то ціна криптоактиву зменшується у 61% випадків. У випадках, коли циркулююча пропозиція зменшується, то ціна криптоактиву зменшується у 38% випадків. В той час, якщо циркулююча пропозиція збільшується, то ціна криптоактиву зменшується у 60% випадків.

Значення статистики хі-квадрат, що показує зв'язок між циркулюючою пропозицією та збільшення/зменшенням ціни криптоактиву, дорівнює 27,55, а р-значення статистики хі-квадрат менше за критичне альфа, що дорівнює 0,05. З чого можна зробити висновок, що між цими показниками є суттєвий статистичний зв'язок.

Аналіз статистичних даних видів розблокування виявив, що у 92,25% розблокування має лінійний характер, а інші види розблокування мають досить невеликі значення від 1,72% ситуація для “дефляційного” виду, 1,78% для “інфляційного” та 3,64% для “скелястого”. В той час як аналіз класів розподілу монет показав, що у 22,48% випадків це – “Казначейський фонд / Екосистемний фонд”, у 16% випадків це – “Команда та консультанти”, у 14,2% випадках – це “Винагороду за стейкінг / майнінг”, у 13,6% випадках – це “Приватні/початкові інвестори”.

Побудована модель логістичної регресії для прогнозування напрямку руху ціни криптоактиву, з регресорами “тип розблокування” та “клас розподілу монет” дозволяє вірно прогнозувати напрямок зміни ціни у 84% ситуацій.

Окрім цього було описано алгоритм торгівлі, на основі заздалегідь відомої інформації про розблокування монет крипто-проектів, який було перевірено на 168 угодах за період з 5 листопада 2020 року по 16 травня 2025 року, який показав співвідношення 61% прибуткових проти 39% збиткових, та дохідність у 633 біпси.

## **РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА ВЛАСНОГО СТАРТАП ПРОЕКТУ**

Фінансова індустрія дедалі активніше визнає трансформаційний потенціал блокчейн-технологій, які відкривають можливості для створення нових джерел доходу, підвищення ефективності бізнес-процесів, покращення користувацького досвіду та зниження операційних ризиків. Одним із найдинамічніших напрямів є арбітражна торгівля, що надають користувачам економічні стимули.

Стрімке зростання популярності криптовалют почалося після появи блокчейн технологій. Механіка заробітку в процесі майнінгу привернула увагу широкої спільноти фахівців і відкрила нові можливості монетизації в індустрії.

Проаналізувавши методи дослідження, наявні рішення та загальні ринкові тренди, було обрано новий і перспективний напрямок торгівлі на основі розблокування криптоактивів проектів. Цей напрямок активно розвивається та привертає користувачів завдяки можливості отримувати дохід у процесі розблокування монет криптопроектів. На тлі цих тенденцій стартап, що пропонує користувачам прогнозування курсу токенів за підпискою, має потенціал стати затребуваним продуктом і завоювати значну частку цільової аудиторії.

### **4.1 План розробки стартапу та його масштабування**

Нижче наведено послідовний план розробки стартапу та виходу з ним на ринок.

#### **1. Маркетинговий аналіз.**

На початковому етапі необхідно провести комплексний маркетинговий аналіз, який включає:

- конкурентний аналіз для виявлення існуючих інструментів і підходів до вирішення аналогічних проблем;
- формування концепції продукту та визначення цільової аудиторії;
- розроблення стратегії виходу на ринок з урахуванням характеристик ринкового середовища.

## 2. Організація стартапу.

На цьому етапі необхідно:

- сформулювати детальний план роботи та побудувати таймлайн розробки й запуску продукту;
- визначити обсяги виробництва та оцінити ресурсні потреби;
- розрахувати витрати на розробку, реалізацію та старт продукту.

## 3. Фінансово-економічний аналіз і оцінка ризиків.

У межах цього кроку потрібно:

- визначити обсяг необхідних інвестицій;
- розрахувати ключові фінансові показники (собівартість, ціну продукту/послуги, податки, чистий прибуток), а також інвестиційні метрики (рентабельність продажів, період окупності);
- ідентифікувати основні ризики та визначити способи їх мінімізації.

## 4. Комерціалізація продукту.

Цей етап є ключовим для масштабування проєкту. Для залучення інвесторів та визначення можливих джерел фінансування необхідно:

- дослідити інтереси потенційних інвесторів і партнерів;
- підготувати інвестиційну пропозицію з описом продукту, поточного стану та можливостей розвитку;
- обрати ефективні канали комунікації з потенційними інвесторами.

Далі наведемо результати реалізації кожного з описаних кроків.

## 4.2 Опис ідеї стартап-проекту

Стартап-проект полягає у вирішенні проблеми прогнозування курсу криптовалют, що допоможе приймати рішення з покупки/продажу. Суть продукту стартапу полягає у тому, що є сайт, на якому відображаються інформація про розблокування монет проектів, основні показники по монетам та прогноз їхньої вартості через певні періоди часу.

У таблиці 4.1 наведена інформаційна карта стартапу.

Таблиця 4.1. Інформаційна карта стартап-проекту.

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Назва проекту             | UCFV (UnlockCryptoFutureVision)  |
| Автори проекту            | Биль Кирило Іванович   |
| Коротка анотація          | Веб-сайт з інформацією про основні статистики крипто-монет, графіку їхнього розблокування та прогнози їх курсу на деякі проміжки часу в майбутньому. |
| Термін реалізації проекту | 12 місяців   |

Продовження таблиці 4.1

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| Необхідні ресурси                 | <p>Приміщення з комп'ютерами, доступом до Інтернету, доступ до електромережі</p> <p>Програмне забезпечення для розробки, хмарне сховище для даних,</p> <p>Фінансові кошти на оплату заробітної плати виконавцям на термін 12 місяців, а також на такі витрати як: оренда приміщення, комунальні послуги, оренда хмарного сховища тощо</p> |
| Опис проблеми, яку вирішує проект | Продукт вирішує задачу прогнозування курсу криптовалют при розблокуванні.   |
| Головні цілі та завдання проекту  | Метою проекту є створення веб-сайту, на якому буде розміщена інформація про основні статистики криптовалюти, графік розблокування та криптопрогноз щодо їх вартості   |
| Очікувані результати              | Привернення технологічних компаній до стартапу, автономна система прогнозування, візуалізації, та користувацький інтерфейс та залучення інвестицій  |

### 4.3 Технологічний аудит ідеї проекту

Розберемо ідею стартапу та проведемо конкурентний аналіз. У таблиці 4.2 наведений опис ідеї стартапу.

Таблиця 4.2. Опис ідеї стартапу

| Зміст ідеї  | Напрямки застосування  | Вигоди для користувача  |
|---|--|---|
| Основна ідея являється створення комплексного веб-сайту, що поміщає в себе аналітику      | Опрацювання даних криптовалют, створення аналітичної та прогнозної системи з власним інтерфейсом   | Користувач зможе отримувати агреговані статистики та прогнози курсу   |
| існуючих тенденцій, прогнози курсу криптовалют та має зрозумілий користувацький інтерфейс | Система моніторингу дійсних значень, на базі цього створення удосконалених моделей, збір опитувальників для клієнтів які можливі характеристики їх цікавлять | Моделі прогнозування будуть перенавчатись і покращувати точність, аналітична платформа буде більш широкою та зручною для користування |

Проведемо порівняльний аналіз конкурентів проекту та наведемо результати у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3. Порівняльний аналіз конкурентів проекту.

| п/п | Техніко-економічні характеристики ідеї                         | (потенційні) товари/концепції конкурентів |                  |                                  |                          |
|-----|--|---|------------------|----------------------------------|--------------------------|
|     |  | Власний проект                            | Coin Market Cap  | Glass Node                       | Tabi Drop                |
| 1   | Якісна аналітика статичних та динамічних показників та прогноз | Є аналітика та прогноз                    | Тільки аналітика | Аналітика та прогноз за підписку | Розширена аналітика      |
| 2   | Доступність по ціні  | Безкоштовний при запуску MVP              | Безкоштовний     | Потрібна платна підписка         | Потрібна платна підписка |
| 3   | Наявність криптоактивів проектів                               | Присутня                                  | Присутня         | Присутня                         | Присутня                 |

Проаналізуємо реалістичність виконання ідеї проекту, в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4. Технологічна здійсненність продукту.

| п/п | Ідея проекту  | Технології і реалізації  | Наявність технологій          | Доступність технологій |
|-----|---|--|-------------------------------|------------------------|
| 1   | Створення комплексного веб-сайту, що поміщає в себе аналітику існуючих тенденцій, | Використання мови програмування SAS Base та/або Python                       | Наявні                        | Доступні               |
| 2   | прогнози курсу криптовалют та має зрозумілий користувачський інтерфейс            | Використання тулів для дизайну веб-інтерфейсів Figma та SAS Enterprise Guide | Наявні, потребують покращення | Доступні               |
| 3   |   | Використання мов HTML, CSS, JavaScript для створення сайту                   | Наявні, необхідні             | Доступні               |
| 4   |   | Використання бази даних MySQL для збереження даних                           | Наявні                        | Доступні               |

Обрана технологія реалізації ідеї проекту: Python, реляційна база даних MySQL, HTML, CSS, JavaScript та застосунок Figma. Для розробки веб-сайту та утримання бази мають бути залучені кошти інвесторів.

#### 4.4 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Проведемо попередній аналіз ринку для запуску стартап-проекту (таблиця 4.5).

Таблиця 4.5. Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту.

| № п/п | Показники ринку (найменування)                              | Характеристика     |
|-------|---|--------------------|
| 1     | Кількість головних гравців, од                              | 4                  |
| 2     | Загальний обсяг продаж, грн/ум.од                           | 6000               |
| 3     | Динаміка ринку (якісна оцінка)                              | Позитивна, зростає |
| 4     | Наявність обмежень для входу<br>(вказати характер обмежень) | Відсутні           |
| 5     | Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації         | Відсутні           |
| 6     | Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %     | 12%                |

Виконаємо характеристику потенційних клієнтів, які можуть бути зацікавлені в проекті (таблиця 4.6).

Таблиця 4.6. Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту.

| №<br>п/п | Потреби, що<br>формує ринок                                    | Цільова<br>аудиторія<br>(цільові<br>сегменти<br>ринку) | Відмінності у<br>поведінці<br>різних<br>потенційних<br>цільових груп<br>клієнтів            | Вимоги<br>споживачів<br>до товару                 |
|----------|--|--|---|---|
|          | Розумне<br>вкладення<br>коштів в крипто-<br>актив              | Особисте<br>використання<br>користувачем               | Цікавить<br>примножити<br>кошти   | Простота<br>використання,<br>точність<br>прогнозу |
|          | Покупка<br>довгострокових<br>активів для<br>інвестування       | Компанії,<br>холдинги,<br>власне<br>використання       | Особлива<br>потреба у<br>збереженні<br>вартості<br>вкладених<br>грошей та їх<br>примноженні | Точність<br>довгостроково<br>го прогнозу          |
|          | Врахування<br>зміни емісії<br>криптоактивів та<br>швидкі торги | Криптоаналіти<br>ки                                    | Потреба у<br>короткостроков<br>ому<br>прогнозуванні   | Точність<br>короткостроко<br>вого прогнозу        |

Обрахуємо фактори загроз (таблиця 4.7) та можливостей (таблиця 4.8). Проаналізуємо загрози, щоб зрозуміти можливі перешкоди при запуску продукт на ринок. Фактори можливостей же треба обрахувати, щоб знати усі сприятливі умови та по можливості ними скористатися.

Таблиця 4.7. Фактори загроз.

| №п/п | Фактор         | Зміст загрози   | Можлива реакція компанії   |
|------|----------------|---|--|
| 1    | Конкуренція    | Хоча ринок є відкритим і неосвоєним, на ньому вже є кілька великих гравців, які відомі на ринку, які вже мають свою цільову групу покупців  | Знайти точки додаткової цінності для користувача, та додати особливість – якісний прогноз                    |
| 2    | Ціна збуту     | Конкуренти можуть коштувати менше через нижчу якість  | Сфокусуватися на якості роботи застосунку та продумати маркетингову стратегію                                |
| 3    | Якість аналізу | Через комплексність задачі, моделі можуть мати проблеми на певних предметних областях, так наприклад якщо модель навчена на недостатньому об'ємі даних, вона буде давати неточний прогноз | Мати достатню кількість даних для навчання та типи моделей для кожного типу та частоти періоду прогнозування |

Таблиця 4.8. Фактори можливостей.

| п/п | Фактор                      | Зміст можливості  | Можлива реакція компанії  |
|-----|-----------------------------|---|---|
|     | Універсальність             | Продукт не залежить від апаратної платформи, адже це веб-сайт               | Зробити акцент при маркетингу, продовжувати розвиток як окремого продукту                       |
|     | Простота у використанні     | Зрозумілий користувацький інтерфейс   | Реалізувати зручний інтерфейс для користувача   |
|     | Якість та гарантії          | Надавати найбільш якісні прогнози та потрібну аналітику                     | Пропонувати моделі з найкращими результатами, а також надавати усю необхідну технічну підтримку |
|     | Безкоштовний сервіс при MVP | Максимально швидко набрати базу своїх клієнтів та заявити про себе на ринку | Розгорнути широкий маркетинг, а також активно боротися за клієнтів конкурентів                  |

Розглянемо питання конкуренції, а саме визначимо її тип та рівень (таблиця 4.9).

Таблиця 4.9. Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

| Особливості конкурентного середовища                | У чому проявляється дана характеристика                           | Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною ) |
|---|---|---|
| 1. Вказати тип конкуренції: недосконала конкуренція | Представлено мало продуктів та експертів                          | Зробити максимальним збут застосунку  |
| 2. За рівнем конкурентної боротьби: міжнародний     | Наявні проекти, розроблені та можуть бути доступні у всьому світі | Розширити цільову аудиторію, розробити інтерфейс на різних мовах                        |
| 3. За галузевою ознакою: внутрішньогалузева         | Можуть працювати з різними галузями                               | Покращити персоналізацію  |
| 4. Конкуренція за видами товарів: товарно-родова    | Конкуренція з аналізами інших систем та експертів                 | Підтримувати та покращувати якість існуючих функцій                                     |
| 5. За характером конкурентних переваг: нецінова     | Різні компанії пропонують різну якість                            | Розробляти якісніші алгоритми і моделі  |
| 6. За інтенсивністю: марочна                        | Вже представлені компанії із сильним брендом                      | Предметно створити комунікаційну стратегію для вибудови свого бренду                    |

Проведемо аналіз конкуренції за моделлю 5 сил конкуренції Майкла Портера (таблиця 4.10).

Таблиця 4.10. Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером.

|                  |   |   |                             |   |                                     |
|------------------|---|---|-----------------------------|---|-------------------------------------|
| Складові аналізу | Прямі конкуренти у галузі                                       | Потенційні конкуренти                                     | Постачальники               | Клієнти                                   | Товарозамітники                     |
|                  | Інші існуючі системи та продукти                                | Якість, ціни, кількість користувачів, капіталовкладення   | Фактори сили постачальників | Контроль якості, порівняння цін           | Сила бренду, якість, ціна, масштаби |
| Висновки         | Конкуренція з невеликою інтенсивністю, а також підігрітий ринок | Можливості входження на ринок, нові потенційні конкуренти | Постачальники відсутні      | Клієнти не диктують умови роботи на ринку | Товарозамітники відсутні            |

Маючи результати аналізу конкуренції (таблиця 4.10), характеристики ідеї стартап-проекту (таблиця 4.5), характеристики потенційних клієнтів і їх вимоги до продукту (таблиця 4.6) та фактори ринкового середовища (таблиці 4.7 і 4.8), сформулюємо та обґрунтуємо перелік факторів конкурентоспроможності (таблиця 4.11).

Таблиця 4.11. Обґрунтування факторів конкурентоспроможності.

| № п/п | Фактор конкурентоспроможності | Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим) |
|-------|-------------------------------|---|
| 1     | Універсальність               | Продукт не залежить від апаратної платформи   |
| 2     | Простота у використанні       | Зручний інтерфейс   |
| 3     | Якість та гарантії            | Надавати найбільш консультації, опрацьовувати зворотній зв'язок                                     |
| 4     | Безкоштовний сервіс при MVP   | Максимально швидко набрати базу своїх клієнтів та заявити про себе на ринку                         |

Проведемо аналіз сильних та слабких сторін продукту (таблиця 4.12).

Таблиця 4.12. Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін системи.

| № п/п | Фактор конкурентоспроможності | Бали 1-20 | Рейтинг товарів-конкурентів |    |    |   |   |   |   |  |
|-------|-------------------------------|-----------|-----------------------------|----|----|---|---|---|---|--|
|       |                               |           | -3                          | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 | 3 |  |
| 1     | Універсальність               | 20        | +                           |    |    |   |   |   |   |  |
| 2     | Простота у використанні       | 16        |                             | +  |    |   |   |   |   |  |
| 3     | Якість та гарантії            | 10        |                             | +  |    |   |   |   |   |  |
| 4     | Безкоштовний сервіс при MVP   | 17        |                             |    | +  |   |   |   |   |  |

Виконаємо SWOT-аналіз продукту (таблиця 4.13).

Таблиця 4.13. SWOT-аналіз стартап-проекту.

|  |   |
|--|---|
| <p>Сильні сторони:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) універсальність;</li> <li>2) простота у використанні;</li> <li>3) якість та гарантії;</li> <li>4) безкоштовний сервіс при MVP.</li> </ol>             | <p>Слабкі сторони:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) відсутність сильного бренду;</li> <li>2) не сформована база клієнтів;</li> <li>3) не підключені альтернативні канали маркетингу.</li> </ol>        |
| <p>Можливості:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) покращення системи;</li> <li>2) персоналізація та ведення персональної аналітики;</li> <li>3) інтеграція з відомими платформами, типу Binance.</li> </ol> | <p>Загрози:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) нові системи та експерти;</li> <li>2) збут;</li> <li>3) неточність прогнозів для деяких криптовалют, як наслідок – недоцільність використання.</li> </ol> |

Дякуючи проведенню SWOT-аналізу, ми змогли визначити сильні та слабкі сторони, можливості та загрози, пов'язані з конкуренцією та плануванням стартап-проекту. Далі спроектуємо альтернативну ринкову поведінку для інтеграції стартап-проекту на ринок та приблизний час реалізації системного комплексу, з урахуванням потенційних проектів, що можуть бути виведені на ринок та наведемо результати у таблиці 4.14.

Таблиця 4.14. Альтернативи ринкового впровадження стартап проекту.

| № п/п | Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки | Ймовірність отримання ресурсів | Строки реалізації |
|-------|--|--------------------------------|-------------------|
| 1     | Вихід на ринок з нижче якістю                                  | 70%                            | 4 місяці          |
| 2     | Пропонувати одразу платне використання                         | 50%                            | 6 місяців         |
| 3     | Представлення користувачам системи без інтерфейсу              | 60%                            | 5 місяці          |

У даному пункті був проведений детальний аналіз ринку та продукту. Також відповідно до результатів проведеного конкурентного аналізу, визначених факторів ринку та його сприятливість, описання ідеї та характеристик стартап-проекту, робимо висновок висновок, що існують дуже сприятливі умови для виходу продукту на ринок.

#### 4.5 Розроблення ринкової стратегії стартап-проекту

Для розробки ринкової стратегії продукту, у першу чергу, необхідно проаналізувати цільову аудиторію проекту (таблиця 4.15).

Таблиця 4.15. Вибір цільових груп потенційних споживачів.

| № п/п                       | Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів | Готовність споживачів сприйняти продукт | Орієнтовний попит у межах цільової групи (сегменту) | Інтенсивність конкуренції в сегменті | Простота входу у сегмент |
|-----------------------------|--|---|---|--------------------------------------|--------------------------|
| 1                           | Персональні користувачі                          | Висока                                  | 80%   | Висока                               | Середня                  |
| 2                           | Великі бізнеси                                   | Низька                                  | 5%  | Низька                               | Низька                   |
| 3                           | Малі та середні бізнеси                          | Середня                                 | 12%   | Середня                              | Середня                  |
| 4                           | Держава  | Низька                                  | 3%  | Низька                               | Висока                   |
| Які цільові групи обрано: 1 |  |   |   |                                      |                          |

Маючи аналіз цільових груп, далі визначимо базову стратегію розвитку продукту (таблиця 4.16).

Таблиця 4.16. Визначення базової стратегії розвитку.

| № п/п | Обрана альтернатива розвитку | Стратегія охоплення ринку    | Ключові конкурентоспроможні позиції | Базова стратегія розвитку* |
|-------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| 1     | 1                            | Диференційованого маркетингу | Масштабування та максимізація       | Оптимальних витрат         |

Для роботи в обраних сегментах ринку сформовано базову стратегію розвитку (таблиці 4.17, 4.18).

Таблиця 4.17. Визначення базової стратегії конкурентної поведінки.

|  |  |   |                                   |
|--|--|---|-----------------------------------|
| Чи є проект «першопрохідцем» на ринку? | Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів? | Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які? | Стратегія конкурентної поведінки* |
| Ні                                     | Так  | Ні  | Виклику лідера, Новизна на ринку  |

Таблиця 4.18 – Визначення стратегії позиціонування

|  |                           |  |   |
|--|---------------------------|--|---|
| Вимоги до товару цільової аудиторії                              | Базова стратегія розвитку | Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту   | Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)          |
| Універсальність<br>Простота у використанні<br>Якість результатів | Оптимальних витрат        | Універсальність<br>Простота у використанні<br>Якість та гарантії<br>Безкоштовне використання при MVP | Система, яка краще всіх покращує якість користувацьких зображень<br>Система з простим інтерфейсом |

#### 4.6 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Після проведеного комплексного аналізу, можемо повноцінно описати ключові переваги концепції потенційного товару (таблиця 4.19) та побудувати концепцію маркетингових комунікацій (таблиця 4.20).

Таблиця 4.19. Ключові переваги концепції потенційного товару.

| № п/п | Потреба            | Вигода, яку пропонує товар                  | Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)                            |
|-------|--------------------|---|---|
| 1     | Наявність прогнозу | Прогноз проведений та відображений          | На відміну від інших конкурентів, є аналітика та прогноз в різних часових проміжках                     |
| 2     | Універсальність    | Система не залежить від апаратної платформи | Такого виду систему може використовувати будь який користувач і навіть мобільний користувач             |
| 3     | Простий інтерфейс  | Система проста і зрозуміла у використанні   | Система із інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом, вдалим дизайном, зрозумілим розташуванням блоків на сайті |

Таблиця 4.20. Концепція маркетингових комунікацій.

| №<br>п/п | Специфіка<br>поведінки<br>цільових<br>клієнтів | Канали<br>комунікацій,<br>якими<br>користуються<br>цільові клієнти   | Ключові<br>позиції,<br>обрані<br>для<br>позиціону<br>вання | Завдання<br>рекламно о<br>повідомле<br>ння   | Концепція<br>рекламного<br>звернення  |
|----------|--|--|--|--|---|
| 1        | Пошук<br>спеціалізова<br>них систем            | b2b продажі<br>Зв'язок через<br>теплі контакти<br>Таргетована<br>реклама у<br>соціальних<br>мережах<br>Публікація в<br>спеціалізовани<br>х виданнях,<br>журналах | Точність<br>Якість<br>Універсал<br>ьність                  | Поєднати<br>повідомле<br>ння про те,<br>що це<br>якісна<br>система,<br>яка є<br>незалежно<br>ю | Таргетована<br>реклама на<br>цільову<br>аудиторію   |
| 2        | Пошук<br>доступного<br>та дешевого<br>продукту | Рекламні<br>банери в<br>Інтернеті,<br>форуми,<br>реклами від<br>інфлюенсерів   | Простота<br>Безкошто<br>вне<br>використа<br>ння MVP        | Вселити<br>довіру у<br>бренд та<br>продукт   | Реклама у<br>лідерів думок<br>Вивіски в<br>публічних<br>місцях<br>Таргетована<br>реклама на<br>цільову<br>аудиторію |

#### 4.7 Висновки до розділу 4

Даний розділ був присвячений дослідженню стартап-проекту. В якості такого був представлений ресурс, для роботи аналітика, що включає в себе аналітику статистичних та динамічних характеристик криптовалют а також їх прогноз на часових проміжках.

У рамках розділу було досліджено розробку стратегій виходу на ринок та маркетинг-стратегії для цього. Зокрема, даний ринок являється сприятливим з невеликою кількістю представлених компаній конкурентів. Оскільки вони дають лише частину функцій, а запропонована система є універсальною та доступною, то у стартап-проекту є не аби які шанси стати нішевим гравцем на ринку аналітичних послуг.

Також були опрацьовані сильні та слабкі сторони проекту, SWOT аналіз, аналіз конкурентів та цільової аудиторії. На основі всіх досліджень був сформований концепт маркетингової стратегії для обраних цільових аудиторій.

## ВИСНОВКИ

У магістерській дисертації вирішено науково-прикладну задачу аналізу, моделювання та прогнозування ціни та капіталізації криптоактивів в залежності від зміни їх емісії. В результаті виконання роботи були отримані теоретичні та практичні результати, представлені нижче.

По-перше, було проведено аналіз предметної області та теоретичних основ функціонування криптоактивів. Визначено, що емісія криптоактивів є не лише технічним процесом створення нових монет (через майнінг, стейкінг або розблокування токенів), а й важливим економічним механізмом, який суттєво впливає на ринкову ціну та привабливість активу для інвесторів. Досліджено еволюцію Web 1.0, 2.0 та 3.0, а також роль децентралізованих фінансів (DeFi), що підтвердило актуальність розробки автоматизованих методів аналізу ринку.

По-друге, було обґрунтовано вибір математичного апарату для моделювання. Для прогнозування напрямку зміни ціни було обрано та проаналізовано моделі бінарного вибору (лінійні імовірнісні моделі, пробіт-та логіт-моделі). Для оцінки якості моделей запропоновано використовувати комбінований набір метрик, що включає як класичні статистичні показники (Precision, Recall, F1-score), так і економічні метрики (максимальна кумулятивна дохідність, максимальне просідання), що дозволяє комплексно оцінити ефективність торгових стратегій.

По-третє, було розроблено програмне забезпечення для збору та аналізу даних. Створено скрипти мовою Python для автоматизованого вивантаження історичних даних з агрегатора CoinMarketCap. На основі зібраної вибірки з 1806 криптоактивів проведено статистичний аналіз, який виявив суттєвий зв'язок між зміною циркулюючої пропозиції та ціною (значення статистики  $\chi^2$ -квадрат дорівнює 27,55 при  $p < 0.05$ ).

В результаті цього, було виявлено статистичні закономірності впливу емісії на ціну. Емпірично встановлено, що при збільшенні циркулюючої пропозиції ціна активу знижується у 60% випадків. Водночас, якщо пропозиція зменшується (дефляційна модель), ціна зростає у 62% випадків. Аналіз типів розблокування показав, що переважна більшість (92,25%) має лінійний характер, а найбільш поширеним класом розподілу монет є «Казначейський/Екосистемний фонд» (22,48%).

Після аналізу було побудовано та верифіковано прогностичні моделі, а саме розроблено модель логістичної регресії, яка використовує фактори «тип розблокування» та «клас розподілу монет». Модель продемонструвала здатність вірно прогнозувати напрямок зміни ціни у 84% ситуацій на ретроспективних даних. Порівняльний аналіз з нейронною мережею (MLP) показав, що хоча нейромережа краще працює на тренувальних даних, логістична регресія є більш стійкою та ефективною на валідаційній вибірці, уникаючи перенавчання.

Також було розроблено та протестовано алгоритмічну торгову стратегію. Запропоновано алгоритм торгівлі, що базується на відкритті коротких позицій (Short) перед подіями розблокування токенів. Тестування на 168 угодах за період з листопада 2020 по травень 2025 року показало позитивне математичне сподівання: 61% угод були прибутковими. Загальна кумулятивна дохідність склала 633 біпси (близько 6,3%), що суттєво перевищує результати стратегії «Buy & Hold» для Біткоїна (понад 200 біпсів) за аналогічний період. Стратегія показала особливу ефективність під час падіння ринку (ведмежий тренд).

Завершуючи, обґрунтовано доцільність запуску власного стартап-проєкту. Розроблено концепцію проєкту «UCFV (UnlockCryptoFutureVision)» — веб-платформи для аналітики та прогнозування курсів криптовалют. Проведено маркетинговий аналіз, SWOT-аналіз та оцінку конкурентного середовища за моделлю Портера, які підтвердили наявність сприятливих

умов для виходу продукту на ринок та потенціал залучення цільової аудиторії серед персональних інвесторів.

Таким чином, у роботі доведено, що події зміни емісії (розблокування) криптоактивів мають прогнозований вплив на їхню ціну, що дозволяє створювати прибуткові автоматизовані торгові системи.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. David Chaum. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/David\\_Chaum](https://en.wikipedia.org/wiki/David_Chaum) (дата звернення: 20.10.2025).
2. Chaum D. L. Computer Systems Established, Maintained and Trusted by Mutually Suspicious Groups: Doctoral dissertation / University of California, Berkeley. 1982. URL: <https://evervault.com/papers/chaum> (дата звернення: 20.10.2025).
3. Wei Dai. URL <http://www.weidai.com/> (дата звернення: 20.10.2025).
4. B-Money. URL: <https://bitcoinwiki.org/wiki/b-money> (дата звернення: 20.10.2025).
5. Wei Dai and B-Money: Discover the Roots of Bitcoin. URL: <https://blog.areabitcoin.co/wei-dai/> (дата звернення: 20.10.2025).
6. Nick Szabo. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Nick\\_Szabo](https://en.wikipedia.org/wiki/Nick_Szabo) (дата звернення: 20.10.2025).
7. 4 People Who Were Supposedly Bitcoin Founder Satoshi Nakamoto. URL: <https://www.investopedia.com/tech/three-people-who-were-supposedly-bitcoin-founder-satoshi-nakamoto/> (дата звернення: 20.10.2025).
8. 2008 financial crisis. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/2008\\_financial\\_crisis](https://en.wikipedia.org/wiki/2008_financial_crisis) (дата звернення: 20.10.2025).
9. WEB3. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Web3> (дата звернення: 20.10.2025).
10. What Is Web3 and Why Are All the Crypto People Suddenly Talking About It?. URL: <https://slate.com/technology/2021/11/web3-explained-crypto-nfts-bored-apes.html> (дата звернення: 20.10.2025).
11. CoinMarketCap. URL: <https://coinmarketcap.com/> (дата звернення: 20.10.2025).
12. CoinGecko. URL: <https://www.coingecko.com> (дата звернення: 20.10.2025).

13. CrunchBase. URL: <https://www.crunchbase.com> (дата звернення: 20.10.2025).
14. BitCoinWiki. URL: <https://bitcoinwiki.org/> (дата звернення: 20.10.2025).
15. Мороз А. М., Пуховкіна М. Ф., Савлук М. І. Гроші та кредит : підручник. Тернопіль : ТНЕУ, 2018. ISBN 978-966-654-469-1.
16. Howell S. T., Niessner M., Yermack D. Initial Coin Offerings: Financing Growth with Cryptocurrency Token Sales. *The Review of Financial Studies*, 2019 – 33(9). — P. 3925-3974.
17. Pernice, I. G. A., Scott B. Cryptocurrency. *Internet Policy Review*, 2021. 10 p. URL: <https://doi.org/10.14763/2021.2.1561>.
18. IBM What is logistic regression. URL: <https://www.ibm.com/think/topics/logistic-regression> (дата звернення: 21.10.2025).
19. Cramer, J. S. The origins of logistic regression (PDF) (Technical report). 2002. Vol. 119. Tinbergen Institute. pp. 167–178. doi:10.2139/ssrn.360300. (дата звернення: 21.10.2025)
20. Бідюк П.І., Терентьев О.М., Просьянкіна-Жарова Т.І. Прикладна статистика (навчальний посібник). Вінниця : ПП “ТД Едельвейс і К”, 2013. 288 с. ISBN 978-966-2462-21-0
21. Бідюк, П. І., Романенко В.Д, Тимощук О.Л. Аналіз часових рядів: навчальний посібник. Київ : НТУУ «КПІ», 2011 230 с.
22. How many Bitcoins are lost? URL: <https://www.binance.com/en/square/post/14484597435233> (дата звернення: 23.10.2025).
23. 3 Crazy Cryptocurrency Statistics in 2024 - How Much Bitcoin Has Been Lost? URL: <https://rewallet.de/en/blog/bitcoin-statistics-2023> (дата звернення: 23.10.2025).
24. He J., Makarov R.N., Tuero J., Wang Z. Performance evaluation metric for statistical learning trading strategies. *Data Science in Finance and Economics*.

2024. Vol. 4, No. 4. P. 570–600. DOI: <http://dx.doi.org/10.3934/DSFE.2024024>  
(дата звернення: 23.10.2025).

25. GeeksforGeeks. Understanding the Confusion Matrix in Machine Learning. URL: <https://www.geeksforgeeks.org/confusion-matrix-machine-learning/> (дата звернення: 23.10.2025).

26. Zhu M. Recall, Precision and Average Precision // Technical Report, Department of Statistics and Actuarial Science. – University of Waterloo, 2004. URL:[https://www.researchgate.net/publication/228874142\\_Recall\\_precision\\_and\\_average\\_precision](https://www.researchgate.net/publication/228874142_Recall_precision_and_average_precision) (дата звернення: 23.10.2025).

27. Yang C., Zhai J., Li H. The upper bound of cumulative return of a trading series. PLOS ONE. 2022. 12 p. URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0267239> (дата звернення: 23.10.2025).

28. About Bitcoin. URL: <https://coinmarketcap.com/currencies/bitcoin/#About> (дата звернення: 24.10.2025).

29. The home Bitcoin for everyone. URL: <https://www.bitcoin.com> (дата звернення: 24.10.2025).

30. Blockchain.com Charts Total Circulating Bitcoin. URL: <https://www.blockchain.com/en/explorer/charts/total-bitcoins> (дата звернення: 23.10.2025).

## ДОДАТОК А. СЛАЙДИ ПРЕЗЕНТАЦІЇ



НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ  
СІКОРСЬКОГО»  
ІНСТИТУТ ПРИКЛАДНОГО СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ  
КАФЕДРА МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ СИСТЕМНОГО  
АНАЛІЗУ

### Аналіз, моделювання та прогнозування ціни та капіталізації криптоактивів в залежності від зміни їх емісії

Студент магістратури 2-го року навчання: Биль Кирило Іванович,  
Науковий керівник: д.т.н., доц. Терент'єв Олександр Миколайович

Київ - 2025

1

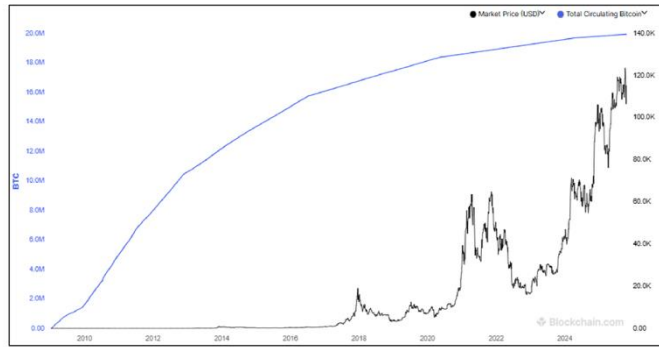
### Емісія грошей та криптоактивів

**Емісія грошей** – це процес випуску в обіг нових грошових знаків або цінних паперів, який здійснюється державними чи фінансовими інституціями з метою забезпечення потреб господарського обігу. Основним емітентом грошей виступає центральний банк країни, який контролює грошову масу в обігу для підтримання стабільності національної валюти. Завдяки емісії держава може фінансувати економічний розвиток, покривати бюджетний дефіцит або стимулювати ділову активність у періоди економічного спаду [1].

Криптоактиви, будучи цифровою формою грошей також підвержені впливу емісії, у випадку коли це передбачено контрактами, які забезпечують їх функціонування.

**Емісія криптоактивів** – це процес створення нових одиниць цифрових валют або токенів, що є основою функціонування будь-якої блокчейн-системи. Подібно до емісії грошей у традиційній фінансовій системі, емісія криптовалют визначає їхню кількість в обігу, рівень дефіциту та економічну цінність. Проте, на відміну від фіатних валют, де емісію контролюють центральні банки, у криптосистемах цей процес є децентралізованим і регулюється алгоритмами [2].

2



На рисунку зображено динаміку загальної кількості біткоїнів в обігу (синя лінія, ліва шкала) та зміну ціни Bitcoin у доларах США (чорна лінія, права шкала) [3]. Загальна кількість монет Bitcoin, що може взагалі бути видобута дорівнює 21 млн. Станом на початок 2025 року видобуто 19,961 млн. монет [4]. Згідно із даних експертів та аналітичних звітів за весь час було вже втрачено близько 4 млн. монет Bitcoin, з яких 1,1 млн. належить саме Сатоші (творцю криптовалюти Біткоїн), та ще близько 2 млн. вкрадено зловмисниками.

Загалом 25-30% від максимально можливої емісії криптовалюти Біткоїн вже виведено з обігу, що позитивно впливає на формування ціни даного криптоактиву в довгостроковій перспективі [4, 5].

3

| Рік  | Кількість користувачів криптовалют в Україні | Частка від населення в Україні |
|------|--|--------------------------------|
| 2014 | ~236,000                                     | ~0.5%                          |
| 2015 | ~300,000                                     | ~0.7%                          |
| 2016 | ~400,000                                     | ~0.9%                          |
| 2017 | ~600,000                                     | ~1.4%                          |
| 2018 | ~800,000                                     | ~1.9%                          |
| 2019 | ~1,200,000                                   | ~2.8%                          |
| 2020 | ~2,000,000                                   | ~4.8%                          |
| 2021 | ~6,500,000                                   | ~15%                           |
| 2022 | ~5,500,000                                   | ~12.7%                         |
| 2023 | ~5,500,000                                   | ~13%                           |
| 2024 | ~5,500,000                                   | ~13%                           |
| 2025 | ~5,500,000                                   | ~13%                           |

Як можна побачити, з таблиці наведеної вище, з початком повномасштабного вторгнення Росії у 2022 році, кількість користувачів криптоактивів зменшилася з 6,5 млн. до 5,5 млн. осіб. Це пов'язано із тим, що багато осіб виїхало за кордон, з яких приблизно 1 мільйон користувачі криптовалют.

4

**Джерела даних для формування таблиці з  
попереднього слайду, щодо  
Кількість користувачів криптовалют в Україні**

2014 рік

<https://cointelegraph.com/news/bitcoin-conference-kyiv-recap-236000-users-in-ukraine-and-growing>

2015 – 2020 роки – оціночні експертні дані.

2021 рік

<https://moneyslowdown.com/cryptocurrency/top-5-european-countries-for-crypto-adoption-in-2024/>

2022 рік

<https://english.nv.ua/business/how-many-ukrainians-are-investing-in-cryptocurrency-50210510.html>

2023 рік

<https://newssky.com.ua/en/ukrayina-vhodyt-u-top-5-krayin-za-populyarnistyu-kryptovalyut-chainalysis/>

2024 рік

<https://coinomist.com/news/one-in-four-ukrainians-own-crypto/>

5

**Загальна кількість користувачів криптовалют у Світі**

| Рік  | Кількість користувачів криптовалют |
|------|------------------------------------|
| 2014 | 1 - 3 млн                          |
| 2015 | 5 - 5,8 млн.                       |
| 2016 | 8 - 10 млн.                        |
| 2017 | 18 – 20 млн.                       |
| 2018 | ~ 35 млн.                          |
| 2019 | 44 – 50 млн.                       |
| 2020 | 68 – 100 млн.                      |
| 2021 | 106 – 221 млн.                     |
| 2022 | 200 – 295 млн.                     |
| 2023 | 420 – 580 млн.                     |
| 2024 | 562 – 659 млн.                     |
| 2025 | 400 – 800 млн.                     |

6

Можна виділити наступні етапи росту кількості користувачів криптовалют.

2013 - 2016 – зростання числа користувачів було поступовим, відображаючи початкову фазу прийняття криптовалют.

2017 - 2020 – значне збільшення користувачів, що збігається зі зростанням інтересу до криптовалют та їх ширшим визнанням.

2021–2025 – бурхливе зростання, особливо у 2023 та 2025 роках, коли кількість користувачів збільшилася з 420 до 800 мільйонів, що становить приблизно 7-12% світового населення

Джерела даних для таблиці, що наведена в таблиці з попереднього слайду:

Дані за 2013–2020 роки ґрунтуються на дослідженнях Cambridge Centre for Alternative Finance

<https://www.consumeraffairs.com/finance/cryptocurrency-statistics.html>

Дані за 2021–2024 роки з сайту Crypto.com

<https://www.triple-a.io/blog/crypto-ownership-report>

<https://cointelegraph.com/news/global-crypto-users-surpasses-half-a-billion-2023-crypto-com-report>

<https://crypto.com/en/company-news/global-cryptocurrency-owners-grow-to-659-million-through-2024>

<https://money-gate.com/cryptocurrency-market-size-and-statics/>

<https://coinlaw.io/cryptocurrency-adoption-statistics/>

<https://www.binance.com/en/square/post/9087311234513>

Дані за 2025 рік.

[https://coinlaw.io/cryptocurrency-adoption-by-country-statistics/?utm\\_source=chatgpt.com](https://coinlaw.io/cryptocurrency-adoption-by-country-statistics/?utm_source=chatgpt.com)

7

## Агрегатор даних CoinMarketCap

На сайті-агрегаторі історичних даних CoinMarketCap (<https://coinmarketcap.com/historical/>) розміщені **історичні дані** щодо обсягів торгів по всьому ринку з **усіх бірж** починаючи з **28 квітня 2013 року** по теперішній час

Станом, на початок 2025 року, платформа містить повну інформацію про 10 807 криптоактивів, але згідна статистика за наведеним посиланням (<https://coinmarketcap.com/historical/>) відображає по замовчанню тільки 200 найбільш популярних крипто-валют на відповідну дату. Для того щоб перейти до загального повного рейтингу криптоактивів треба скористатися посиланням: <https://coinmarketcap.com>

8

## Код програми для вивантаження даних

```
import requests
from datetime import date, timedelta
from lxml import html
import json
import time

def get(day: date):
    url = f'https://coinmarketcap.com/historical/{str(day).replace('-', ' ')}'
    # print(url)
    data = requests.get(url)
    # print(data.content)
    tree = html.fromstring(data.content)
    data = json.loads(tree.xpath('//*[@id="__NEXT_DATA__"]')[0].text)
    content = json.loads(data['props']['initialState'])['cryptocurrency']['listingHistorical']['data']
    with open(f'./data/{str(day)}.json', 'w') as f:
        json.dump(content, f)

start = date.fromisoformat('2024-12-28')
end = date.fromisoformat('2014-01-01')
delta = timedelta(days=1)

day = start

while day >= end:
    print(day)
    get(day)
    time.sleep(0.12)
    day -= delta
```

9

### Циркуляція кількості монет криптоактиву, та зв'язок із ціною.

На основі даних CoinMarketCap за період з 2013-04-28 по 2025-04-20 було досліджено питання – Чи є якась взаємодія між збільшенням або зменшенням циркулювання монет та їх вартістю?

Було сформовано файл з інформацією про 1806 криптоактивів та містить наступні стовпчики:

1) Symbol – тикер криптоактиву. Загалом до аналізу було взято 1806 криптоактивів, що в період з 2013 по 2025 роки входили в ТОП-200 на сайті CoinMarketCap.

2) Date\_First та Date\_Last – початкова та кінцева дати, коли актив попав в ТОП-200.

3) Price\_First та Price\_Last – початкова та кінцева ціна активу, коли він був у ТОП-200.

4) circulatingSupply\_First та circulatingSupply\_Last – кількість монет що були в обігу на початкову та кінцеву дати, коли актив був у ТОП-200.

На основі цих даних було обчислено наступні додаткові показники:

1) price\_ch\_pct – зміна ціни криптоактиву в процентах, за означений період.

2) circulation\_ch\_pct – зміна циркулюючої кількості криптоактиву в процентах, за означений період.

3) date\_cnt – кількість днів, протягом яких криптоактив був у ТОП-200.

4) year\_cnt – кількість років, протягом яких криптоактив був у ТОП-200

10

| Циркулююча пропозиція | Ціна       |             | Загальна сума |
|-----------------------|------------|-------------|---------------|
|                       | зменшилася | збільшилася |               |
| Зменшилася            | 57         | 94          | 151           |
| Залишилась незмінною  | 124        | 78          | 202           |
| Збільшилася           | 863        | 589         | 1452          |
| Загальна сума         | 1044       | 761         | 1805          |

Наведена частотна таблиця, показує зв'язок між циркулюючою пропозицією та збільшення/зменшенням ціни криптоактиву.

| Статистика | Кількість ступенів свободи | Значення статистики хі-квадрат | p-значення |
|------------|----------------------------|--------------------------------|------------|
| Хі-квадрат | 2                          | 27,5534                        | <.0001     |

Значення статистики хі-квадрат для цієї таблиці дорівнює **27,55** а р-значення статистики хі-квадрат менше за критичне альфа, що дорівнює 0,05. З чого **можна зробити висновок, що між цими показниками є суттєвий статистичний зв'язок.**

11

Загальний висновок, з отриманих результатів можна описати наступним чином:

1) Якщо циркулююча пропозиція **залишається незмінною**, то ціна криптоактиву **зменшується** у 61% випадків, та відповідно збільшується у 39% випадків.

2) Якщо циркулююча пропозиція **зменшується**, то ціна криптоактиву зменшується у 38% випадків, та відповідно **збільшується** у 62% випадків.

3) Якщо циркулююча пропозиція **збільшується**, то ціна криптоактиву **зменшується** у 60% випадків, та відповідно збільшується у 40% випадків.

12

Окрім цього було проведено дослідження залежність між зміною розміру циркулювання криптоактиву та зміною ціни.

В таблиці наведена залежність між **зменшенням циркуляції** криптоактиву (у процентах) та збільшенням ціни.

| Зменшення циркуляції криптоактиву в процентах | Кількість ситуацій | На скільки процентів зросте ціна криптоактиву |
|---|--------------------|---|
| 1) від 1 до 20%                               | 67                 | 2,34  |
| 2) -40 to -20                                 | 19                 | 122,41  |
| 3) -60 to -40                                 | 17                 | 131,37  |
| 4) -80 to -60                                 | 19                 | 118,65  |
| 5) -100 to -80                                | 29                 | 3004,25                                       |

13

| Збільшення циркуляції криптоактиву в процентах | Ймовірність (у процентах) того, що ціна криптоактиву впаде, за умови збільшення циркуляції криптоактиву | На скільки процентів впаде ціна криптоактиву |
|--|---|--|
| від 0 до 5%                                    | 62,77   | -61,65                                       |
| від 5 до 15%                                   | 60,33   | -62,60                                       |
| від 15 до 30%                                  | 52  | -60,44                                       |
| від 30 до 50%                                  | 48,39   | -62,18                                       |
| від 50 до 70%                                  | 63,04   | -72,93                                       |
| від 70 до 100%                                 | 62,92   | -66,18                                       |
| від 100 до 125%                                | 52,54   | -65,96                                       |
| від 125 до 150%                                | 54,55   | -72,27                                       |
| від 150 до 200%                                | 58,62   | -68,78                                       |
| від 200 до 300%                                | 66,32   | -71,62                                       |
| від 300 до 400%                                | 59,65   | -67,70                                       |
| від 400 до 1000%                               | 63,33   | -78,85                                       |
| від 1000 до 2000%                              | 66,18   | -78,01                                       |
| більше ніж 2000%                               | 57,83   | -75,05                                       |

В таблиці наведена залежність між **збільшенням циркуляції** криптоактиву (у процентах) та величиною **падіння** ціни криптоактиву (у процентах).

14



На рисунку наведена залежність між збільшенням циркуляції криптоактиву (вісь ОХ) та падінням ціни криптоактиву (вісь ОУ).

15

### Опис вхідних даних для аналізу, файлу з історичними даними щодо часу, типу та кількості розблокованих криптоактивів

На рисунку наведено приклад вигляду реальних історичних даних щодо подій пов'язаних із розблокуванням криптоактивів. Приклад вигляду файлу даних `TOKEN_UNLOCKS_ALLOCATION_CLASSIFICATION`, наведені перші 20 строк з 65128.

| time                | Date       | symbol | slog               | amount          | percentage | alloc_allocationName | alloc_amount    | alloc_vestingType | alloc_class         |
|---------------------|------------|--------|--------------------|-----------------|------------|----------------------|-----------------|-------------------|---------------------|
| 2015-10-16T00:00:00 | 2015-10-16 | NEO    | neo                | 50000000        | 50         | Crowdfunding L...    | 50000000        | cliff             | Private/Seed In...  |
| 2015-11-19T00:00:00 | 2015-11-19 | XLM    | stellar            | 3146900808      | 6.26       | Marketing/Ope...     | 3146900808      | cliff             | Marketing / Op...   |
| 2016-11-11T00:00:00 | 2016-11-11 | GLM    | golem-network...   | 820000000       | 82         | ICD                  | 820000000       | cliff             | Public Sale / IC... |
| 2017-01-08T00:00:00 | 2017-01-08 | TRX    | tron               | 60000000002     | 60         | Private Sale         | 25700000000     | cliff             | Private/Seed In...  |
| 2017-01-08T00:00:00 | 2017-01-08 | TRX    | tron               | 60000000002     | 60         | TRON DAO &...        | 34300000002     | cliff             | Team & Adviso...    |
| 2017-04-19T13:00:00 | 2017-04-19 | RLC    | rlc                | 57999784.986... | 66.67      | Crowdsale            | 57999784.986... | cliff             | Public Sale / IC... |
| 2017-05-10T00:00:00 | 2017-05-10 | GLM    | golem-network...   | 1800000000      | 18         | Team/Advisors...     | 600000000       | cliff             | Team & Adviso...    |
| 2017-05-10T00:00:00 | 2017-05-10 | GLM    | golem-network...   | 1800000000      | 18         | Treasury             | 1200000000      | cliff             | Treasury / Eco...   |
| 2017-05-31T00:00:00 | 2017-05-31 | BAT    | basic-attention... | 15000000000     | 100        | Brave                | 20000000000     | cliff             | Other               |
| 2017-05-31T00:00:00 | 2017-05-31 | BAT    | basic-attention... | 15000000000     | 100        | User Growth          | 30000000000     | cliff             | Airdrop & Com...    |
| 2017-05-31T00:00:00 | 2017-05-31 | BAT    | basic-attention... | 15000000000     | 100        | Public               | 10000000000     | cliff             | Other               |
| 2017-06-01T00:00:00 | 2017-06-01 | ZEN    | horizen            | 80000000        | 38.1       | ZEN Holders          | 80000000        | deflationary      | Other               |
| 2017-06-02T00:00:00 | 2017-06-02 | ZEN    | horizen            | 40000000        | 19.05      | ZEN Holders          | 40000000        | deflationary      | Other               |
| 2017-06-03T00:00:00 | 2017-06-03 | ZEN    | horizen            | 20000000        | 9.52       | ZEN Holders          | 20000000        | deflationary      | Other               |
| 2017-06-04T00:00:00 | 2017-06-04 | ZEN    | horizen            | 10000000        | 4.76       | ZEN Holders          | 10000000        | deflationary      | Other               |
| 2017-06-05T00:00:00 | 2017-06-05 | ZEN    | horizen            | 5000000         | 2.38       | ZEN Holders          | 5000000         | deflationary      | Other               |
| 2017-06-06T00:00:00 | 2017-06-06 | ZEN    | horizen            | 2500000         | 1.19       | ZEN Holders          | 2500000         | deflationary      | Other               |
| 2017-06-07T00:00:00 | 2017-06-07 | ZEN    | horizen            | 1250000         | 0.6        | ZEN Holders          | 1250000         | deflationary      | Other               |
| 2017-06-08T00:00:00 | 2017-06-08 | ZEN    | horizen            | 625000          | 0.3        | ZEN Holders          | 625000          | deflationary      | Other               |
| 2017-06-09T00:00:00 | 2017-06-09 | ZEN    | horizen            | 312500          | 0.15       | ZEN Holders          | 312500          | deflationary      | Other               |
| 2017-06-10T00:00:00 | 2017-06-10 | ZEN    | horizen            | 156250          | 0.07       | ZEN Holders          | 156250          | deflationary      | Other               |

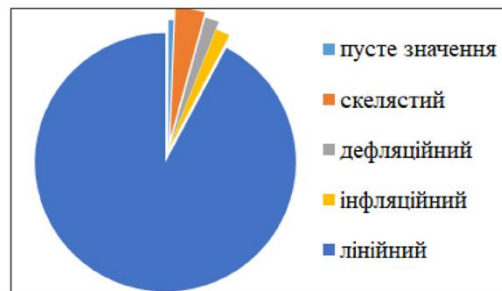
16

Опис стовпчиків наведеної на попередньому слайді таблиці:

- 1) Time – час розблокування криптоактиву.
- 2) Date – дата розблокування криптоактиву.
- 3) Symbol – тікер криптоактиву.
- 4) Slog – розширений опис приктоактиву.
- 5) Amount – кількість монет криптоактиву, що будуть розблоковані.
- 6) Percentage – процент монет криптоактиву, від загальної кількості, що будуть розблоковані.
- 7) alloc\_allocationName – опис отримувачів розблокованого криптоактиву.
- 8) alloc\_amount – кількість розблокованих монет криптоактиву, що будуть надіслані отримувачам.
- 9) alloc\_vestingType – тип розблокування криптоактиві. Більш детальніше наведений опис в таблиці нижче.
- 10) alloc\_class – клас розподілу монет, що розблоковуються. Більш детальніше опис станів наведено в таблиці нижче.

17

| alloc_vestingType | Опис типу розблокування | Кількість ситуацій | Відсоток ситуацій (%) |
|-------------------|-------------------------|--------------------|-----------------------|
| Missing           | пусте значення          | 400                | 0,61                  |
| cliff             | скелястий               | 2 368              | 3,64                  |
| deflationary      | дефляційний             | 1 118              | 1,72                  |
| inflationary      | інфляційний             | 1 161              | 1,78                  |
| linear            | лінійний                | 60 079             | 92,25                 |
| Загальна сума     |                         | 65 126             | 100                   |



Розподіл типів розблокування (змінна аналізу alloc\_vestingType).

18

Як можна побачити з таблиці та кругової діаграми, лише у 0,61% випадків змінна “Тип розблокування” містить значення пропуску (тобто відсутня інформація), при цьому у більшості випадків, а саме у 92,25% розблокування має лінійний характер, інші три види розблокування мають досить невеликі значення від 1,72% ситуація для “дефляційного” виду, 1,78% для “інфляційного” та 3,64% для “скелястого”.

В подальшому, в цьому розділі, будуть використовуватися наступні англійські терміни, що описуються різні типи розблокування криптоактивів:

1) **Cliff** (скелястий) – одноразове розблокування після заданого періоду (наприклад, команда не може продавати токени перші 12 місяців, потім все або частина стає доступною).

2) **Deflationary** (дефляційний) – жорстка формула емісії (наприклад, зменшення емісії з часом) чи гнучка.

3) **Inflationary** (інфляційний) – нові токени регулярно випускаються як винагорода стейкерам/валідаторам - це форма постійного розблокування через майнінг/стейкінг.

4) **Linear** (лінійний) – це механізм поступового розблокування токенів криптопроекту протягом певного періоду години рівномірними частинами.

19

Таблиця. Розподіл значень класів розподілу монет, що розблоковуються (змінна аналізу alloc\_class).

| № | alloc_class<br>(клас розподілу)   | Опис типу класу<br>розподілу                      | Кількість<br>ситуацій | Відсоток<br>ситуацій |
|---|-----------------------------------|---|-----------------------|----------------------|
| 1 | Other                             | інше  | 17 517                | 26,90                |
| 2 | Treasury / Ecosystem Fund         | Казначейський фонд /<br>Екосистемний фонд         | 14 642                | 22,48                |
| 3 | Team & Advisors                   | Команда та консультанти                           | 10 481                | 16,09                |
| 4 | Staking / Mining Rewards          | Винагороди за стейкінг /<br>майнінг               | 9 133                 | 14,02                |
| 5 | Private/Seed Investors            | Приватні/початкові<br>інвестори                   | 8 910                 | 13,68                |
| 6 | Airdrop & Community<br>Incentives | Ейдроп та стимули для<br>громади                  | 2 129                 | 3,27                 |
| 7 | Marketing / Operations            | Маркетинг / Операції                              | 1 702                 | 2,61                 |
| 8 | Burn / Locked / Vesting           | Запуск / Заблоковано /<br>Надання права власності | 432                   | 0,66                 |
| 9 | Public Sale / ICO                 | Публічний продаж / ICO                            | 180                   | 0,28                 |
|   | Загальна сума                     |   | 65 126                | 100 %                |

20



Як можна побачити з таблиці та кругової діаграми значень частот для класів розподілу монет, у 22,48% випадків це – “Казначейський фонд / Екосистемний фонд”, у 16% випадків це – “Команда та консультанти”, у 14,2% випадках – це “Винагороди за стейкінг / майнінг”, у 13,6% випадках – це “Приватні/початкові інвестори”, всі інші 11 класів розподілу займають дрібні частини від 3,27% та менше, але сумарно ці 11 класів – це приблизно 33% випадків.

21

На основі отриманих даних була побудована модель логістичної регресії для прогнозування напрямку руху ціни криптоактиву, в залежності від таких змінних:

- тип розблокування (номінальна змінна, що має 5 станів);
- клас розподілу монет (номінальна змінна, що має 9 станів).

Код програми для побудови моделі логістичної регресії, на мові програмування SAS Base має наступний вигляд:

```
ods graphics on;
proc logistic data=fd.ABT_v_1 alpha=.05
    plots(only)=(effect oddsratio);
    CLASS AVT_TYPE alloc_class;
    model sign_short_profit=AVT_TYPE alloc_class /
    clodds=pl;
    OUTPUT OUT=WORK.PREDLogRegPredictions
    PREDPROBS=INDIVIDUAL;
run;
```

22

Таблиця значень оцінок коефіцієнтів моделі логістичної регресії.

| Параметр моделі | Значення                       | DF (кількість ступенів свободи) | Значення оцінки коефіцієнта моделі | Стандартна похибка | Хі-квадрат статистика Вольда | р-значення для статистики хі-квадрат |
|-----------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| Intercept       |                                | 1                               | -2,8013                            | 21,9275            | 0,0163                       | 0,8983                               |
| AVT_TYPE        | CLIFF                          | 1                               | -0,5901                            | 0,2137             | 7,6248                       | 0,0058                               |
| AVT_TYPE        | CLIFF / INEAR                  | 1                               | 0,1164                             | 0,2246             | 0,2684                       | 0,6044                               |
| alloc_class     | Airdrop & Community Incentives | 1                               | 2,9068                             | 21,9337            | 0,0176                       | 0,8946                               |
| alloc_class     | Burn / Locked / Vesting        | 1                               | -6,9552                            | 157,2              | 0,002                        | 0,9647                               |
| alloc_class     | Marketing / Operations         | 1                               | 2,3338                             | 21,9323            | 0,0113                       | 0,9153                               |
| alloc_class     | Other                          | 1                               | 1,6769                             | 21,9284            | 0,0058                       | 0,939                                |
| alloc_class     | Private/Seed Investors         | 1                               | 1,4295                             | 21,9282            | 0,0042                       | 0,948                                |
| alloc_class     | Public Sale / ICO              | 1                               | -8,0191                            | 80,863             | 0,0098                       | 0,921                                |
| alloc_class     | Staking / Mining Rewards       | 1                               | 2,6989                             | 21,933             | 0,0151                       | 0,9021                               |
| alloc_class     | Team & Advisors                | 1                               | 1,9807                             | 21,9279            | 0,0082                       | 0,928                                |

23

Статистичні характеристики побудованої моделі логістичної регресії:

- True-Negative = 117
- False-Negative = 76
- False-Positive = 10
- True-Positive = 362

Загалом на ретроспективних даних отримана модель логістичної регресії дозволяє вірно прогнозувати напрямок зміни ціни у 84% ситуацій.

24

## Порівняння моделей логістичної регресії та нейронної мережі.

|                | Логістична регресія (тренінговий набір даних) | Нейронна мережі (тренінговий набір даних) | Логістична регресія (валідаційний набір даних) | Нейронна мережі (валідаційний набір даних) |
|----------------|---|---|--|--|
| True-Negative  | 15 %  | 20 %                                      | 22 %   | 18 %                                       |
| False-Negative | 17 %  | 13 %                                      | 10 %   | 15 %                                       |
| False-Positive | 6 %   | 3 %                                       | 2 %  | 5 %  |
| True-Positive  | 62 %  | 64 %                                      | 66 %   | 62 %                                       |

Як можна побачити з отриманих результатів порівняння, з таблиці, на тренінговому наборі даних логістична регресія програє моделі нейронної мережі, але на валідаційному наборі даних ситуація змінюється навпаки, що лише підтверджує той факт, що нейронні мережі схильні до перенавчання і тому їх треба використовувати із урахуванням цього факту.

Вибірка була розбита на тренінговий та валідаційні набори даних у співвідношенні 70% на 30%.

25

## Опис роботи алгоритму торгівлі

1. Вивантажуються дані з сайтів-агрегаторів щодо майбутніх розблокувань криптоактивів.

2. Перевіряється капіталізація крипто-проекту за відкритими джерелами даних, і якщо капіталізація достатньо велика, наприклад входить до ТОП-4000 крипто-проектів, за цим показником, то проект цікавий і аналізується далі.

3. Перевіряється значення розміру розблокування кількості монет крипто-проекту, якщо розмір розблокування досить суттєвий, наприклад більший за 2% від поточної кількості монет в обігу, то проект аналізується далі.

4. За 10-14 діб до розблокування монет крипто-проекту, виставляється ордер на продаж, по максимально вигідній ціні.

5. Після розблокування монет крипто-проекту, через 5-14 діб виставляється ордер на покупку, по максимально вигідній ціні.

26

## Результати роботи алгоритму торгівлі

Загалом історія торгів містить 168 угод, які було оброблено алгоритмом, за період часу з 5 листопада 2020 року по 16 травня 2025 року.

Таблиця історії торгів містить наступні стовпчики:

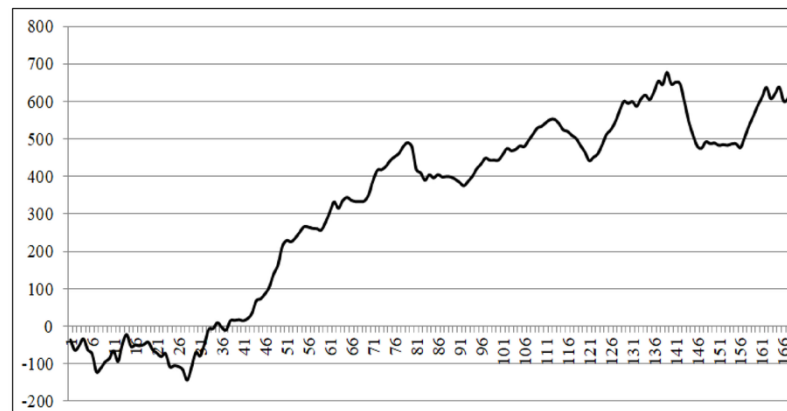
- 1) Short\_token – тікер криптоактиву, який аналізується, по якому алгоритм виконує угоду.
- 2) Unlock\_date – дата розблокування криптоактиву, тобто факт емісії криптоактиву у зазначений час та дату.
- 3) Percentage – процент розблокованих криптоактивів.
- 4) Entry\_date – дата входу в угоду по даному криптоактиву.
- 5) Exit\_date – дата виходу з угоди по даному криптоактиву.
- 6) Entry\_price\_short – ціна криптоактиву на момент входу в угоду.
- 7) Exit\_price\_short – ціна криптоактиву на момент виходу з угоди.
- 8) Short\_profit – дохідність по відповідній угоді, в бітсах.

Нижче на рисунку наведено перші 7 з 168 угод, які було оброблено алгоритмом на реальних даних.

| Номер угоди | short_token (тікер) | unlock_date (дата розблокування) | percentage (процент розблокування) | entry_date (дата входу в угоду) | exit_date (дата виходу з угоди) | entry_price_short (ціна входу в угоду) | exit_price_short (ціна виходу з угоди) | short_profit (дохідність в бітсах) |
|-------------|---------------------|----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--|--|------------------------------------|
| 1           | BAND                | 2020-11-05                       | 3,14                               | 2020-10-29                      | 2020-11-10                      | 4,629                                  | 6,2902                                 | -35,8868006                        |
| 2           | SNX                 | 2020-12-15                       | 3,88                               | 2020-12-08                      | 2020-12-20                      | 4,669                                  | 5,967                                  | -27,80038552                       |
| 3           | AVAX                | 2020-12-20                       | 6,45                               | 2020-12-13                      | 2020-12-25                      | 3,3445                                 | 2,9534                                 | 11,69382568                        |
| 4           | CTK                 | 2021-01-24                       | 6,41                               | 2021-01-17                      | 2021-01-29                      | 1,114                                  | 0,90536                                | 18,72890485                        |
| 5           | BAND                | 2021-02-17                       | 3,97                               | 2021-02-10                      | 2021-02-22                      | 13,1091                                | 16,9522                                | -29,31627648                       |
| 6           | BAND                | 2021-03-03                       | 3,14                               | 2021-02-24                      | 2021-03-08                      | 13,2246                                | 14,6601                                | -10,85477065                       |
| 7           | RSR                 | 2021-03-05                       | 3,81                               | 2021-02-26                      | 2021-03-10                      | 0,045913                               | 0,067837                               | -47,75118158                       |

27

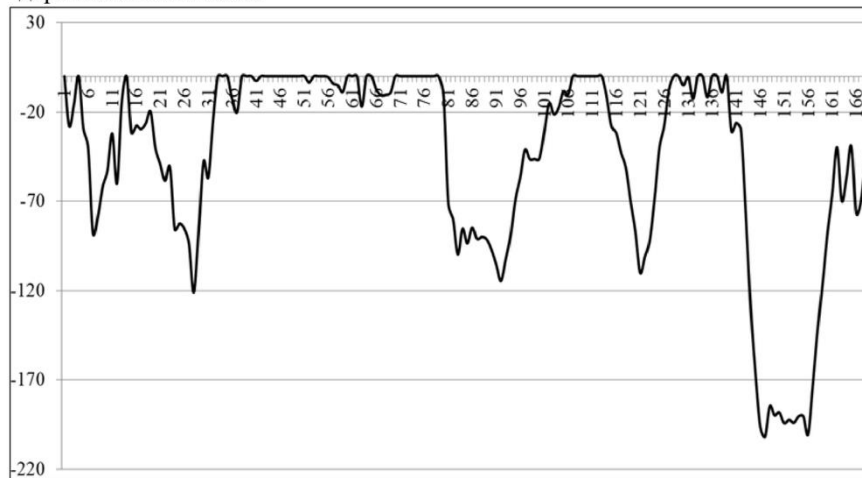
На рисунку нижче наведена загальна кумулятивна дохідність роботи торгівельного алгоритму за період з 5 листопада 2020 року по 16 травня 2025 року, загалом було здійснено 168 угод, які принесли загалом 633 бітси доходу, що становить майже 6,3% дохідності.



Ось абсцис – номер угоди, ось ординат - загальна кумулятивна дохідність роботи торгівельного алгоритму за період з 5 листопада 2020 року по 16 травня 2025 року, загалом 168 угод.

28

На рисунку нижче наведено графік значення максимальної просадки (збитку) роботи алгоритму за період з 5 листопада 2020 року по 16 травня 2025 року, загалом 168 угод, з якого можна побачити, що найбільший збиток-просадка дорівнюють 202 біпси.



Ось абсцис – номер угоди, ось ординат – значення максимальної просадки (збитку) роботи алгоритму за період з 5 листопада 2020 року по 16 травня 2025 року, загалом 168 угод.

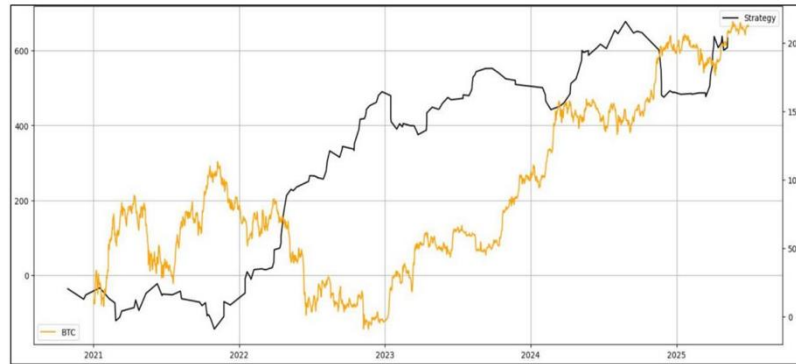
29

Основний висновок, який можна зробити з отриманих результатів торгівлі, наступний – співвідношення прибуткових угод до збиткових становить 61% прибуткових проти 39% збиткових, при чому:

- Отримано загалом 65 збиткових угод.
- Середній розмір збиткової угоди 15 біпсів.
- Максимальний розмір збиткової угоди 60 біпсів.
- Сумарно 993 біпси збитків, по збиткових 65 угодах.
- Отримано загалом 103 прибуткові угоди.
- Середній розмір прибуткової угоди 16 біпсів.
- Максимальний розмір прибуткової угоди 50 біпсів.
- Сумарно 1626 біпсів прибутку, по 103 прибуткових угодах.

30

## Порівняння запропонованої стратегії з торгівлею по Біткоїну



За означений період часу стратегія автора заробила більше 600 бітсів, в той час як стратегія торгівлі по Біткоїну трохи більше 200 бітсів.

Окрім цього, можна зробити наступний висновок, що запропонована автором стратегія втрачає кошти інвесторів, коли ринок криптовалют зростає (бичача фаза ринку), але у випадках коли ринок криптовалют падає (ведмежий ринок), запропонована стратегія показує надзвичайно гарні результати. Даний результат є цілком логічний тому що запропонована автором стратегія за своєю суттю і розроблялася для того щоб шортити криптоактиви у моменти розблокування криптоактивів.

31

## Публікації



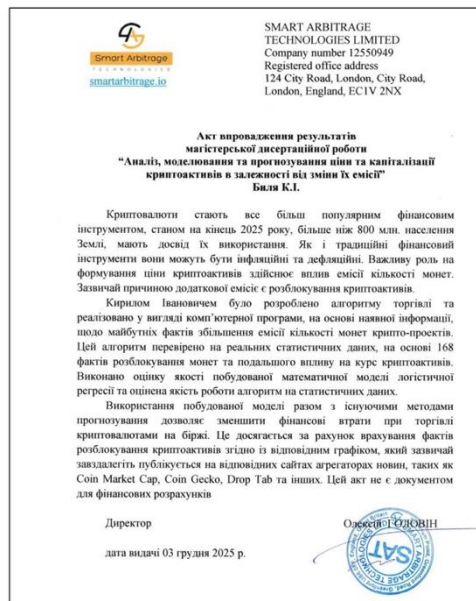
1. Виступ на V Всеукраїнській науково-практичній Конференції «Системні науки та інформатика» (01 – 05 грудня 2025 р.) з докладом “Моделювання зміни ціни криптоактивів в залежності від їх емісії”.



2. Биль К. І., Терентьев О.М. Аналіз впливу емісії монет крипто-проектів на зміну ціни криптоактивів // Колективна монографія за матеріалами XXIV Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційно-комунікаційні технології та сталий розвиток» (Київ, 11-12 листопада 2025 р.) / За заг. ред. С.О. Довгого. – К.: ТОВ «Видавництво «Юстон», 2025. – 79-80 с. – ISBN 978-617-8335-1. – [https://itgip.org/wp-content/uploads/2025/11/1\\_zbirka\\_2025\\_dlja-sajtu.pdf](https://itgip.org/wp-content/uploads/2025/11/1_zbirka_2025_dlja-sajtu.pdf)

32

## АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ



33

## Список використаних джерел

1. Мороз А. М., Пуховкіна М. Ф., Савлук М. І. Гроші та кредит : підручник. – Тернопіль : THEU, 2018. – ISBN 978-966-654-469-1.
2. Howell, S. T., Niessner, M., Yermack, D. Initial Coin Offerings: Financing Growth with Cryptocurrency Token Sales // The Review of Financial Studies. – 33(9), 2019. — p. 3925-3974.
3. Blockchain.com Charts Total Circulating Bitcoin – <https://www.blockchain.com/en/explorer/charts/total-bitcoins> (дата звернення: 23.10.2025).
4. How many Bitcoins are lost? – <https://www.binance.com/en/square/post/14484597435233> (дата звернення: 23.10.2025).
5. 3 Crazy Cryptocurrency Statistics in 2024 - How Much Bitcoin Has Been Lost? – <https://rewallet.de/en/blog/bitcoin-statistics-2023> (дата звернення: 23.10.2025).

34

## ДОДАТОК Б. СТАТИСТИКА ІСТОРІЇ ТОРГІВЕЛЬНИХ УГОД ЗА СТРАТЕГІЄЮ

Таблиця. Б.1. Таблиця історія торгівельних угод за стратегією.

| Номер угоди | short_token (тікер) | unlock_date (дата розблокування) | percentage (процент розблокування) | entry_price_short (ціна входу в угоду) | exit_price_short (ціна вихода з угоди) | short_profit (дохідність в біпсах) |
|-------------|---------------------|----------------------------------|------------------------------------|--|--|------------------------------------|
| 1           | BAND                | 2020-11-05                       | 3,14                               | 4,629                                  | 6,2902                                 | -35,8868006                        |
| 2           | SNX                 | 2020-12-15                       | 3,88                               | 4,669                                  | 5,967                                  | -27,80038552                       |
| 3           | AVAX                | 2020-12-20                       | 6,45                               | 3,3445                                 | 2,9534                                 | 11,69382568                        |
| 4           | CTK                 | 2021-01-24                       | 6,41                               | 1,114                                  | 0,90536                                | 18,72890485                        |
| 5           | BAND                | 2021-02-17                       | 3,97                               | 13,1091                                | 16,9522                                | -29,31627648                       |
| 6           | BAND                | 2021-03-03                       | 3,14                               | 13,2246                                | 14,6601                                | -10,85477065                       |
| 7           | RSR                 | 2021-03-05                       | 3,81                               | 0,045913                               | 0,067837                               | -47,75118158                       |
| 8           | SNX                 | 2021-03-15                       | 3,88                               | 21,887                                 | 19,83                                  | 9,398272947                        |
| 9           | AVAX                | 2021-03-20                       | 6,45                               | 30,9576                                | 25,8246                                | 16,58074269                        |
| 10          | MATIC               | 2021-04-20                       | 10,85                              | 0,42366                                | 0,38459                                | 9,222017656                        |
| 11          | CTK                 | 2021-04-24                       | 5,72                               | 3,06622                                | 2,437                                  | 20,52103241                        |
| 12          | AXS                 | 2021-05-02                       | 4,93                               | 6,561                                  | 8,396                                  | -27,96829752                       |
| 13          | ONT                 | 2021-05-20                       | 3,75                               | 2,1252                                 | 1,1565                                 | 45,58159232                        |
| 14          | GRT                 | 2021-06-17                       | 16,11                              | 0,66325                                | 0,49297                                | 25,67357708                        |
| 15          | BAND                | 2021-06-29                       | 3,14                               | 4,7348                                 | 6,2263                                 | -31,50080257                       |
| 16          | HBAR                | 2021-07-01                       | 3,36                               | 0,19225                                | 0,18506                                | 3,739921977                        |
| 17          | CTK                 | 2021-07-24                       | 5,72                               | 1,024                                  | 1,043                                  | -1,85546875                        |
| 18          | AXS                 | 2021-08-01                       | 3,2                                | 43,968                                 | 42,53                                  | 3,270560408                        |
| 19          | SAND                | 2021-08-14                       | 15,93                              | 0,6408                                 | 0,59922                                | 6,488764045                        |
| 20          | BAND                | 2021-08-17                       | 8,68                               | 8,2002                                 | 9,862                                  | -20,26535938                       |

Продовження таблиці Б.1. Таблиця історія торгівельних угод за стратегією.

| Номер угоди | short_token (тікер) | unlock_date (дата розблокування) | percentage (процент розблокування) | entry_price_short (ціна входу в угоду) | exit_price_short (ціна вихода з угоди) | short_profit (дохідність в біпсах) |
|-------------|---------------------|----------------------------------|------------------------------------|--|--|------------------------------------|
| 21          | HBAR                | 2021-10-01                       | 7,44                               | 0,34983                                | 0,38143                                | -9,032958866                       |
| 22          | DODO                | 2021-10-07                       | 15                                 | 1,185                                  | 1,295                                  | -9,282700422                       |
| 23          | NEO                 | 2021-10-16                       | 10                                 | 48,74                                  | 45,048                                 | 7,574887156                        |
| 24          | MATIC               | 2021-10-20                       | 6,18                               | 1,2424                                 | 1,6756                                 | -34,86799742                       |
| 25          | AUDIO               | 2021-10-23                       | 7,5                                | 2,0413                                 | 1,9771                                 | 3,145054622                        |
| 26          | BAND                | 2021-10-25                       | 3,14                               | 8,4139                                 | 8,6365                                 | -2,645622125                       |
| 27          | AXS                 | 2021-10-29                       | 6,05                               | 130,02                                 | 141,25                                 | -8,637132749                       |
| 28          | ATA                 | 2021-11-07                       | 5,86                               | 1,0712                                 | 1,363                                  | -27,24047797                       |
| 29          | 1INCH               | 2021-12-01                       | 16,67                              | 3,9843                                 | 2,6437                                 | 33,64706473                        |
| 30          | SKL                 | 2021-12-01                       | 4,66                               | 0,38801                                | 0,23469                                | 39,5144455                         |
| 31          | GRT                 | 2021-12-17                       | 18,61                              | 0,63791                                | 0,6939                                 | -8,777100218                       |
| 32          | CTSI                | 2022-01-23                       | 3                                  | 0,6616                                 | 0,4522                                 | 31,65054414                        |
| 33          | AUDIO               | 2022-01-23                       | 7,5                                | 1,4541                                 | 0,883                                  | 39,27515302                        |
| 34          | CTK                 | 2022-01-24                       | 4,56                               | 1,39                                   | 1,364                                  | 1,870503597                        |
| 35          | AXS                 | 2022-01-28                       | 3,54                               | 58,23                                  | 48,99                                  | 15,86810922                        |
| 36          | RSR                 | 2022-02-04                       | 4,11                               | 0,01869                                | 0,021053                               | -12,64312467                       |
| 37          | ATA                 | 2022-02-07                       | 5,86                               | 0,398                                  | 0,4276                                 | -7,43718593                        |
| 38          | SAND                | 2022-02-14                       | 12,4                               | 4,6714                                 | 3,499                                  | 25,09740121                        |
| 39          | BAND                | 2022-02-17                       | 3,43                               | 3,9045                                 | 3,8663                                 | 0,978358305                        |
| 40          | RSR                 | 2022-03-06                       | 4,11                               | 0,012472                               | 0,012248                               | 1,796023092                        |
| 41          | ALICE               | 2022-03-15                       | 3,68                               | 6,062                                  | 6,221                                  | -2,622896734                       |
| 42          | HBAR                | 2022-04-01                       | 3,1                                | 0,2231                                 | 0,21018                                | 5,791125056                        |

Продовження таблиці Б.1. Таблиця історія торгівельних угод за стратегією.

| Номер угоди | short_token (тікер) | unlock_date (дата розблокування) | percentage (процент розблокування) | entry_price_short (ціна входу в угоду) | exit_price_short (ціна вихода з угоди) | short_profit (дохідність в біпсах) |
|-------------|---------------------|----------------------------------|------------------------------------|--|--|------------------------------------|
| 43          | RSR                 | 2022-04-05                       | 5,13                               | 0,016532                               | 0,014158                               | 14,36002903                        |
| 44          | RSR                 | 2022-04-06                       | 4,16                               | 0,018487                               | 0,012356                               | 33,16384486                        |
| 45          | MATIC               | 2022-04-20                       | 5,93                               | 1,4187                                 | 1,3514                                 | 4,743779516                        |
| 46          | CTSI                | 2022-04-23                       | 5,84                               | 0,355                                  | 0,3078                                 | 13,29577465                        |
| 47          | AUDIO               | 2022-04-23                       | 7,5                                | 1,2978                                 | 1,0604                                 | 18,29249499                        |
| 48          | AXS                 | 2022-04-27                       | 6,05                               | 46,13                                  | 30,18                                  | 34,5761977                         |
| 49          | RSR                 | 2022-04-29                       | 4,11                               | 0,013384                               | 0,010166                               | 24,04363419                        |
| 50          | ATA                 | 2022-05-07                       | 5,86                               | 0,2774                                 | 0,1382                                 | 50,18024513                        |
| 51          | ROSE                | 2022-05-18                       | 5,32                               | 0,0786                                 | 0,06592                                | 16,13231552                        |
| 52          | CTK                 | 2022-05-24                       | 4,35                               | 0,817                                  | 0,8455                                 | -3,488372093                       |
| 53          | 1INCH               | 2022-06-01                       | 16,67                              | 0,9662                                 | 0,8733                                 | 9,614986545                        |
| 54          | HBAR                | 2022-07-01                       | 5,94                               | 0,07378                                | 0,06251                                | 15,27514231                        |
| 55          | RSR                 | 2022-07-04                       | 4,11                               | 0,008464                               | 0,007188                               | 15,07561437                        |
| 56          | ONT                 | 2022-07-15                       | 28                                 | 0,246                                  | 0,2473                                 | -0,528455285                       |
| 57          | CTSI                | 2022-07-23                       | 3                                  | 0,1588                                 | 0,1644                                 | -3,526448363                       |
| 58          | AUDIO               | 2022-07-23                       | 7,5                                | 0,3435                                 | 0,3472                                 | -1,077147016                       |
| 59          | ATA                 | 2022-08-07                       | 5,86                               | 0,208                                  | 0,2158                                 | -3,75                              |
| 60          | SAND                | 2022-08-14                       | 12,41                              | 1,3174                                 | 1,0433                                 | 20,80613329                        |
| 61          | BAND                | 2022-08-17                       | 8,15                               | 1,8508                                 | 1,3484                                 | 27,14501837                        |
| 62          | C98                 | 2022-08-23                       | 3,19                               | 0,5039                                 | 0,3668                                 | 27,20777932                        |
| 63          | APE                 | 2022-09-17                       | 3,23                               | 5,046                                  | 5,905                                  | -17,02338486                       |
| 64          | C98                 | 2022-09-23                       | 3,19                               | 0,4407                                 | 0,3486                                 | 20,89857046                        |
| 65          | CTK                 | 2022-09-24                       | 4,35                               | 0,9468                                 | 0,8712                                 | 7,984790875                        |
| 66          | INJ                 | 2022-10-23                       | 3,67                               | 1,902                                  | 2,045                                  | -7,518401682                       |

Продовження таблиці Б.1. Таблиця історія торгівельних угод за стратегією.

| Номер угоди | short_token (тікер) | unlock_date (дата розблокування) | percentage (процент розблокування) | entry_price_short (ціна входу в угоду) | exit_price_short (ціна вихода з угоди) | short_profit (дохідність в біпсах) |
|-------------|---------------------|----------------------------------|------------------------------------|--|--|------------------------------------|
| 67          | AUDIO               | 2022-10-23                       | 3,41                               | 0,1896                                 | 0,1956                                 | -3,164556962                       |
| 68          | CTSI                | 2022-10-23                       | 5,14                               | 0,1362                                 | 0,1359                                 | 0,220264317                        |
| 69          | C98                 | 2022-10-23                       | 3,19                               | 0,3324                                 | 0,3282                                 | 1,263537906                        |
| 70          | AXS                 | 2022-10-24                       | 5,3                                | 11,2                                   | 9,31                                   | 16,875                             |
| 71          | IMX                 | 2022-11-04                       | 7,22                               | 0,6438                                 | 0,4024                                 | 37,49611681                        |
| 72          | ATA                 | 2022-11-07                       | 5,86                               | 0,155                                  | 0,1128                                 | 27,22580645                        |
| 73          | LDO                 | 2022-11-18                       | 3,22                               | 1,1827                                 | 1,1611                                 | 1,826329585                        |
| 74          | INJ                 | 2022-11-21                       | 3,02                               | 1,761                                  | 1,603                                  | 8,972174901                        |
| 75          | C98                 | 2022-11-23                       | 3,19                               | 0,271                                  | 0,2288                                 | 15,57195572                        |
| 76          | 1INCH               | 2022-12-01                       | 16,67                              | 0,5272                                 | 0,475                                  | 9,901365706                        |
| 77          | LDO                 | 2022-12-18                       | 3,22                               | 1,029                                  | 0,9357                                 | 9,067055394                        |
| 78          | C98                 | 2022-12-23                       | 3,19                               | 0,194                                  | 0,1589                                 | 18,09278351                        |
| 79          | HBAR                | 2023-01-01                       | 10,75                              | 0,0435                                 | 0,03912                                | 10,06896552                        |
| 80          | C98                 | 2023-01-23                       | 3,19                               | 0,2202                                 | 0,2435                                 | -10,58128974                       |
| 81          | AUDIO               | 2023-01-23                       | 3,41                               | 0,1864                                 | 0,2994                                 | -60,6223176                        |
| 82          | CTK                 | 2023-01-24                       | 4,35                               | 0,7671                                 | 0,8346                                 | -8,799374267                       |
| 83          | ATA                 | 2023-02-07                       | 5,86                               | 0,1441                                 | 0,1726                                 | -19,77793199                       |
| 84          | SAND                | 2023-02-14                       | 11,6                               | 0,9129                                 | 0,7821                                 | 14,32796582                        |
| 85          | INJ                 | 2023-02-21                       | 3,02                               | 3,488                                  | 3,774                                  | -8,199541284                       |
| 86          | C98                 | 2023-02-23                       | 3,19                               | 0,2923                                 | 0,2667                                 | 8,758125214                        |
| 87          | ALICE               | 2023-03-15                       | 4,48                               | 1,448                                  | 1,538                                  | -6,215469613                       |
| 88          | APE                 | 2023-03-17                       | 4,04                               | 4,029                                  | 3,986                                  | 1,067262348                        |

Продовження таблиці Б.1. Таблиця історія торгівельних угод за стратегією.

| Номер угоди | short_token (тікер) | unlock_date (дата розблокування) | percentage (процент розблокування) | entry_price_short (ціна входу в угоду) | exit_price_short (ціна вихода з угоди) | short_profit (дохідність в біпсах) |
|-------------|---------------------|----------------------------------|------------------------------------|--|--|------------------------------------|
| 89          | C98                 | 2023-03-23                       | 3,19                               | 0,2127                                 | 0,2156                                 | -1,363422661                       |
| 90          | INJ                 | 2023-03-25                       | 3,67                               | 4,443                                  | 4,695                                  | -5,671843349                       |
| 91          | CELO                | 2023-03-29                       | 12                                 | 0,603                                  | 0,653                                  | -8,291873964                       |
| 92          | HBAR                | 2023-04-01                       | 3,45                               | 0,05999                                | 0,06554                                | -9,251541924                       |
| 93          | AXS                 | 2023-04-22                       | 4,5                                | 9,022                                  | 7,944                                  | 11,94857016                        |
| 94          | AUDIO               | 2023-04-23                       | 3,41                               | 0,3457                                 | 0,2992                                 | 13,45096905                        |
| 95          | C98                 | 2023-04-23                       | 3,19                               | 0,2965                                 | 0,2366                                 | 20,20236088                        |
| 96          | CTSI                | 2023-04-23                       | 4,85                               | 0,2548                                 | 0,2233                                 | 12,36263736                        |
| 97          | ATA                 | 2023-05-07                       | 5,86                               | 0,1512                                 | 0,1278                                 | 15,47619048                        |
| 98          | INJ                 | 2023-05-21                       | 3,02                               | 6,078                                  | 6,398                                  | -5,264889766                       |
| 99          | C98                 | 2023-05-23                       | 3,19                               | 0,1997                                 | 0,1996                                 | 0,050075113                        |
| 100         | CTK                 | 2023-05-24                       | 3,67                               | 0,7388                                 | 0,7381                                 | 0,09474824                         |
| 101         | 1INCH               | 2023-06-01                       | 16,67                              | 0,3922                                 | 0,3343                                 | 14,76287608                        |
| 102         | ALICE               | 2023-06-15                       | 3,23                               | 1,108                                  | 0,927                                  | 16,33574007                        |
| 103         | C98                 | 2023-06-23                       | 3,19                               | 0,1358                                 | 0,1442                                 | -6,18556701                        |
| 104         | AUDIO               | 2023-07-23                       | 3,41                               | 0,1878                                 | 0,1809                                 | 3,674121406                        |
| 105         | C98                 | 2023-07-23                       | 3,19                               | 0,1499                                 | 0,1362                                 | 9,139426284                        |
| 106         | ATA                 | 2023-08-07                       | 4,52                               | 0,0807                                 | 0,0821                                 | -1,734820322                       |
| 107         | SAND                | 2023-08-14                       | 10,28                              | 0,4036                                 | 0,3358                                 | 16,7988107                         |
| 108         | ALICE               | 2023-08-15                       | 3,26                               | 0,914                                  | 0,767                                  | 16,08315098                        |
| 109         | BAND                | 2023-08-17                       | 4,72                               | 1,1847                                 | 0,9889                                 | 16,5273909                         |
| 110         | INJ                 | 2023-08-21                       | 3,02                               | 7,561                                  | 7,203                                  | 4,734823436                        |

Продовження таблиці Б.1. Таблиця історія торгівельних угод за стратегією.

| Номер угоди | short_token (тікер) | unlock_date (дата розблокування) | percentage (процент розблокування) | entry_price_short (ціна входу в угоду) | exit_price_short (ціна вихода з угоди) | short_profit (дохідність в біпсах) |
|-------------|---------------------|----------------------------------|------------------------------------|--|--|------------------------------------|
| 111         | INJ                 | 2023-08-25                       | 3,67                               | 7,886                                  | 7,106                                  | 9,89094598                         |
| 112         | APE                 | 2023-09-17                       | 4,04                               | 1,225                                  | 1,126                                  | 8,081632653                        |
| 113         | IOTA                | 2023-10-04                       | 64,38                              | 0,1496                                 | 0,149                                  | 0,401069519                        |
| 114         | AXS                 | 2023-10-19                       | 4                                  | 4,218                                  | 4,687                                  | -11,11901375                       |
| 115         | ATA                 | 2023-11-07                       | 4,52                               | 0,088                                  | 0,1026                                 | -16,59090909                       |
| 116         | 1INCH               | 2023-12-01                       | 6,67                               | 0,3585                                 | 0,3735                                 | -4,184100418                       |
| 117         | HOOK                | 2023-12-01                       | 3,17                               | 0,9439                                 | 1,0476                                 | -10,98633333                       |
| 118         | ATA                 | 2024-02-07                       | 4,52                               | 0,0844                                 | 0,0915                                 | -8,412322275                       |
| 119         | SAND                | 2024-02-14                       | 6,04                               | 0,4457                                 | 0,5291                                 | -18,71213821                       |
| 120         | ALICE               | 2024-02-15                       | 3,26                               | 1,143                                  | 1,337                                  | -16,97287839                       |
| 121         | BIGTIME             | 2024-02-28                       | 12,4                               | 0,3798                                 | 0,4673                                 | -23,03844128                       |
| 122         | STRAX               | 2024-03-21                       | 93,16                              | 1,555                                  | 1,4174                                 | 8,848874598                        |
| 123         | HBAR                | 2024-04-01                       | 4,08                               | 0,11719                                | 0,10602                                | 9,531529994                        |
| 124         | AXS                 | 2024-04-16                       | 4                                  | 9,908                                  | 7,554                                  | 23,75857893                        |
| 125         | MANTA               | 2024-04-18                       | 7,88                               | 2,663                                  | 1,9304                                 | 27,5103267                         |
| 126         | SUI                 | 2024-05-01                       | 10,43                              | 1,2502                                 | 1,0927                                 | 12,59798432                        |
| 127         | ATA                 | 2024-05-07                       | 4,52                               | 0,2067                                 | 0,1653                                 | 20,02902758                        |
| 128         | AEVO                | 2024-05-15                       | 48,9                               | 1,2291                                 | 0,8642                                 | 29,68838988                        |
| 129         | AEVO                | 2024-05-16                       | 34,18                              | 1,263                                  | 0,9361                                 | 25,88281869                        |
| 130         | PYTH                | 2024-05-20                       | 28,33                              | 0,4215                                 | 0,4431                                 | -5,12455516                        |
| 131         | OGN                 | 2024-06-01                       | 9,77                               | 0,165                                  | 0,1574                                 | 4,606060606                        |
| 132         | 1INCH               | 2024-06-01                       | 6,67                               | 0,43                                   | 0,4828                                 | -12,27906977                       |

Продовження таблиці Б.1. Таблиця історія торгівельних угод за стратегією.

| Номер угоди | short_token (тікер) | unlock_date (дата розблокування) | percentage (процент розблокування) | entry_price_short (ціна входу в угоду) | exit_price_short (ціна вихода з угоди) | short_profit (дохідність в біпсах) |
|-------------|---------------------|----------------------------------|------------------------------------|--|--|------------------------------------|
| 133         | ID                  | 2024-06-22                       | 3,92                               | 0,56321                                | 0,45151                                | 19,83274445                        |
| 134         | HBAR                | 2024-07-01                       | 3,73                               | 0,0775                                 | 0,06992                                | 9,780645161                        |
| 135         | ETHFI               | 2024-07-16                       | 5,8                                | 2,22                                   | 2,482                                  | -11,8018018                        |
| 136         | ALT                 | 2024-07-25                       | 6,84                               | 0,15417                                | 0,12218                                | 20,74982163                        |
| 137         | REZ                 | 2024-08-06                       | 5                                  | 0,06041                                | 0,04337                                | 28,20725046                        |
| 138         | SAND                | 2024-08-14                       | 6,05                               | 0,2383                                 | 0,2598                                 | -9,022240873                       |
| 139         | ENA                 | 2024-09-02                       | 5,64                               | 0,3121                                 | 0,211                                  | 32,39346363                        |
| 140         | ID                  | 2024-09-22                       | 3,92                               | 0,3328                                 | 0,43531                                | -30,80228365                       |
| 141         | THETA               | 2024-10-01                       | 100                                | 1,4016                                 | 1,3358                                 | 4,694634703                        |
| 142         | AXS                 | 2024-10-13                       | 3,75                               | 4,684                                  | 4,855                                  | -3,650725875                       |
| 143         | REZ                 | 2024-11-25                       | 5                                  | 0,03942                                | 0,05778                                | -46,57534247                       |
| 144         | BIGTIME             | 2024-11-30                       | 12                                 | 0,14767                                | 0,22528                                | -52,5563757                        |
| 145         | 1INCH               | 2024-12-01                       | 6,67                               | 0,3973                                 | 0,5474                                 | -37,7800151                        |
| 146         | VANRY               | 2024-12-01                       | 8,47                               | 0,13114                                | 0,17015                                | -29,74683544                       |
| 147         | JTO                 | 2024-12-07                       | 13,65                              | 3,6968                                 | 3,9038                                 | -5,599437351                       |
| 148         | ID                  | 2024-12-22                       | 3,92                               | 0,53218                                | 0,44099                                | 17,13517983                        |
| 149         | COTI                | 2024-12-30                       | 45,29                              | 0,12916                                | 0,13566                                | -5,032517807                       |
| 150         | HBAR                | 2025-01-01                       | 7,94                               | 0,31306                                | 0,30817                                | 1,562000894                        |
| 151         | ONDO                | 2025-01-18                       | 17,1                               | 1,2717                                 | 1,3461                                 | -5,850436424                       |
| 152         | SAND                | 2025-02-14                       | 6,24                               | 0,37084                                | 0,36417                                | 1,798619351                        |
| 153         | CYBER               | 2025-02-15                       | 5,33                               | 1,726                                  | 1,755                                  | -1,6801854                         |
| 154         | ENA                 | 2025-03-05                       | 13,75                              | 0,4279                                 | 0,4127                                 | 3,55223183                         |
| 155         | STRAX               | 2025-03-21                       | 3,42                               | 1,4174                                 | 1,4174                                 | 0                                  |
| 156         | ID                  | 2025-03-22                       | 3,92                               | 0,23153                                | 0,25461                                | -9,968470609                       |

Продовження таблиці Б.1. Таблиця історія торгівельних угод за стратегією.

| Номер угоди | short_token (тікер) | unlock_date (дата розблокування) | percentage (процент розблокування) | entry_price_short (ціна входу в угоду) | exit_price_short (ціна вихода з угоди) | short_profit (дохідність в біпсах) |
|-------------|---------------------|----------------------------------|------------------------------------|--|--|------------------------------------|
| 157         | HBAR                | 2025-04-01                       | 7,93                               | 0,19459                                | 0,14001                                | 28,04871782                        |
| 158         | W                   | 2025-04-03                       | 20,22                              | 0,10117                                | 0,0699                                 | 30,90837205                        |
| 159         | TNSR                | 2025-04-08                       | 12,64                              | 0,1619                                 | 0,1205                                 | 25,57134033                        |
| 160         | SAGA                | 2025-04-08                       | 11,1                               | 0,2944                                 | 0,2123                                 | 27,88722826                        |
| 161         | AXS                 | 2025-04-11                       | 3,12                               | 2,756                                  | 2,152                                  | 21,91582003                        |
| 162         | MBOX                | 2025-04-12                       | 13,63                              | 0,0515                                 | 0,03791                                | 26,38834951                        |
| 163         | SCR                 | 2025-04-22                       | 4                                  | 0,2286                                 | 0,2972                                 | -30,00874891                       |
| 164         | REZ                 | 2025-04-30                       | 8,64                               | 0,01377                                | 0,012                                  | 12,8540305                         |
| 165         | OMNI                | 2025-05-02                       | 16,64                              | 2,552                                  | 2,099                                  | 17,7507837                         |
| 166         | AIXBT               | 2025-05-06                       | 7,24                               | 0,15336                                | 0,21079                                | -37,44783516                       |
| 167         | CYBER               | 2025-05-15                       | 4,23                               | 1,405                                  | 1,307                                  | 6,975088968                        |
| 168         | LAYER               | 2025-05-16                       | 4,64                               | 1,2485                                 | 0,9297                                 | 25,53464157                        |

## ДОДАТОК В. АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ В КОМПАНІЇ SMART ARBITRAGE TECHNOLOGIES LIMITED



SMART ARBITRAGE  
TECHNOLOGIES LIMITED  
Company number 12550949  
Registered office address  
124 City Road, London, City Road,  
London, England, EC1V 2NX

**Акт впровадження результатів  
магістерської дисертаційної роботи  
“Аналіз, моделювання та прогнозування ціни та капіталізації  
криптоактивів в залежності від зміни їх емісії”  
Биля К.І.**

Криптовалюти стають все більш популярним фінансовим інструментом, станом на кінець 2025 року, більше ніж 800 млн. населення Землі, мають досвід їх використання. Як і традиційні фінансовий інструменти вони можуть бути інфляційні та дефляційні. Важливу роль на формування ціни криптоактивів здійснює вплив емісії кількості монет. Зазвичай причиною додаткової емісії є розблокування криптоактивів.

Кирилом Івановичем було розроблено алгоритму торгівлі та реалізовано у вигляді комп'ютерної програми, на основі наявної інформації, щодо майбутніх фактів збільшення емісії кількості монет крипто-проектів. Цей алгоритм перевірено на реальних статистичних даних, на основі 168 фактів розблокування монет та подальшого впливу на курс криптоактивів. Виконано оцінку якості побудованої математичної моделі логістичної регресії та оцінена якість роботи алгоритму на статистичних даних.

Використання побудованої моделі разом з існуючими методами прогнозування дозволяє зменшити фінансові втрати при торгівлі криптовалютами на біржі. Це досягається за рахунок врахування фактів розблокування криптоактивів згідно із відповідним графіком, який зазвичай завдалегіть публікується на відповідних сайтах агрегаторів новин, таких як Coin Market Cap, Coin Gecko, Drop Tab та інших. Цей акт не є документом для фінансових розрахунків

Директор

дата видачі 03 грудня 2025 р.

Олексій ГОЛОВІН



## ДОДАТОК Г. ПУБЛІКАЦІЇ

Биль К. І., Терентьев О.М. Аналіз впливу емісії монет крипто-проектів на зміну ціни криптоактивів // Колективна монографія за матеріалами XXIV Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційно-комунікаційні технології та сталий розвиток» (Київ, 11-12 листопада 2025 р.) / За заг. ред. С.О. Довгого. – К.: ТОВ «Видавництво «Юстон», 2025. – 79-80 с. – ISBN 978-617-8335-1. – [https://itgip.org/wp-content/uploads/2025/11/1\\_zbirka\\_2025\\_dlja\\_sajtu.pdf](https://itgip.org/wp-content/uploads/2025/11/1_zbirka_2025_dlja_sajtu.pdf)

**Національна академія наук України**  
*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору*  
*Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту*  
*геологічних наук*

**Міністерство освіти і науки України**  
*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*  
*Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського*  
*«ХАІ»*

*Київський національний університет будівництва і архітектури*  
*Національний університет «Києво-Могиланська академія»*  
*Вінницький національний технічний університет*

**Національне космічне агентство України**  
**Національний центр «Мала академія наук України»**  
**University of London (Royal Holloway), England**  
**Kielce University of Technology (Politechnika Świętokrzyska), Poland**  
**Opole University of Technology, Opole, Poland**  
**Universita di Roma-2 «Tor Vergata», Italy**

*Колективна монографія за матеріалами*  
*XXIV Міжнародної науково-практичної конференції*  
*«Інформаційно-комунікаційні технології та сталий розвиток»*

**ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ  
 ДЛЯ СТІЙКОСТІ ТА ВІДНОВЛЕННЯ**

*(11–12 листопада 2025р.)*

**Київ–2025**

**ТОВ «Видавництво «Юстон»**

УДК 004.502.17-047,64](082.064)

Д58

*Рекомендовано до видання Вченою Радою Інституту телекомунікацій  
і глобального інформаційного простору НАН України,  
протокол №16 від 30.10.2025р.*

**Д58 Інформаційно-комунікаційні технології для стійкості та відновлення** // Колективна монографія за матеріалами XXIV Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційно-комунікаційні технології та сталий розвиток» (Київ, 11-12 листопада 2025 р.) / За заг. ред. С.О. Довгого. – К.: ТОВ «Видавництво «Юстон», 2025. – 221 с.

ISBN 978-617-8335-1.

До колективної монографії включені сучасні розробки та досягнення вчених за матеріалами XXIV Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційно-комунікаційні технології та сталий розвиток». Колективна монографія присвячена сучасним проблемним питанням та шляхам їх вирішення, що запропоновані провідними вченими України та представниками вченої спільноти закордонних країн.

Для фахівців науково-дослідних і промислових організацій, керівного складу територіальних громад, а також керівників обласних та центральних органів виконавчої влади, що забезпечують стійкість та відновлення відповідних одиниць адміністративного устрою держави, викладачів технічних університетів, аспірантів, студентів.

Відповідальність за наведені факти несуть автори. Науково-організаційний комітет та редакційна колегія конференції не завжди поділяє погляди авторів робіт.

УДК 004.502.17-047,64](082.064)

ISBN 978-617-8335-1.

© Інститут телекомунікацій  
і глобального інформаційного простору  
НАН України

|    |   |    |
|----|---|----|
| 21 | Оцінка стану кіберзахисту з використанням базових індикаторів кібербезпеки<br><i>Худинцев М.М., Палажченко І.Л., Хоменко О.А.</i>   | 61 |
| 22 | Методика оцінки інфраструктурної комфортності житлових об'єктів з використанням геоінформаційних технологій<br><i>Третяк Д. В., Красовська І. Г.</i>  | 64 |
| 23 | Інтегроване 3D-моделювання протипаводкових полігонів України на основі аерокосмічних та геоінформаційних технологій<br><i>Триснюк В.М. Охарев В.О., Пресняков О.Б.</i>                        | 67 |
| 24 | Розроблення інформаційно-аналітичної системи для підтримки прийняття рішень в он-лайн режимі<br><i>Гуськова В. Г., Присяжкіна-Жарова Т.І., Хализов А.А.</i>                                   | 69 |
| 25 | Ефективність зберігання даних визначає продуктивність сучасних СКБД<br><i>Цируль О.О.</i>   | 72 |
| 26 | Майнінг криптовалют як одна із інтелектуальних технологій сталого розвитку<br><i>Бондарчук О.В., Мокін Б.І.</i>   | 77 |
| 27 | Аналіз впливу емісії монет крипто-проектів на зміну ціни криптоактивів.<br><i>Биль К. І., Терентьев О.М.</i>  | 79 |
| 28 | Прискорення обчислювальних алгоритмів побудови топології мереж Байєса за рахунок використання властивості адитивності функції опису мінімальною довжиною<br><i>Дуда В. О., Терентьев О.М.</i> | 81 |
| 29 | Розробка інформаційно-аналітичної системи формування метаданих про заклади позашкільної освіти на основі NLP<br><i>Аброскін Ю.Ю., Терентьев О.М.</i>  | 82 |
| 30 | Інтелектуальна система рекомендацій культурних маршрутів та тематичних пам'яток на основі вподобань користувача   | 85 |

**Аналіз впливу емісії монет крипто-проектів на зміну  
ціни криптоактивів**

**Биль К. І.<sup>1</sup>, Терентьев О.М.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,*

<sup>2</sup> *Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору  
Національної академії наук України  
[kirilbyl@gmail.com](mailto:kirilbyl@gmail.com), [o.terentiev@gmail.com](mailto:o.terentiev@gmail.com)*

Емісія криптоактивів – це процес створення нових одиниць цифрових валют або токенів, що є основою функціонування будь-якої блокчейн-системи. Подібно до емісії грошей у традиційній фінансовій системі, емісія криптовалют визначає їхню кількість в обігу, рівень дефіциту та економічну цінність [1].

На основі даних сайту-агрегатору даних та новин CoinMarketCap [2] за період часу з 2013-04-28 по 2025-04-20 було досліджено питання – Чи є якась взаємодія між збільшенням або зменшенням циркулювання монет та їх вартістю?

В табл. 1 наведено результати аналізу інформації 1806 крипто-проектів, а в табл. 2 відповідне значення статистики хі-квадрат, на основі аналізу значень табл. 1.

Як можна побачити з табл. 2, значення статистики хі-квадрат дорівнює 27,55 а р-значення статистики хі-квадрат менше за критичне альфа, що дорівнює 0,05. З чого можна зробити висновок, що між є суттєвий статистичний зв'язок між циркулюючою пропозицією та зміною ціни криптоактиву.

Таблиця 1. Частотна таблиця, що показує зв'язок між циркулюючою пропозицією та збільшення/зменшенням ціни криптоактиву.

| Циркулююча пропозиція | Ціна зменшилася | Ціна збільшилася | Загальна сума |
|-----------------------|-----------------|------------------|---------------|
| Зменшилася            | 57              | 94               | 151           |
| Залишилась незмінною  | 124             | 78               | 202           |
| Збільшилася           | 863             | 589              | 1452          |
| Загальна сума         | 1044            | 761              | 1805          |

Таблиця 2. Значення статистики хі-квадрат

| Статистика | Кількість ступенів свободи | Значення статистики хі-квадрат | p-значення |
|------------|----------------------------|--------------------------------|------------|
| Хі-квадрат | 2                          | 27,5534                        | <.0001     |

Висновки. Аналіз 1806 проектів виявив наступні цікаві факти:

- 1) Якщо циркулююча пропозиція залишається незмінною, то ціна криптоактиву з часом все одно зменшується у 61% випадків.
- 2) У випадку зменшення циркулюючої пропозиції, ціна криптоактиву збільшується у 62% випадків.
- 3) Збільшення циркулюючої пропозиції призводить до зменшення ціни криптоактиву у 60% випадків.

**Список використаних джерел:**

1. Howell, S. T., Niessner, M., Yermack, D. Initial Coin Offerings: Financing Growth with Cryptocurrency Token Sales // *The Review of Financial Studies*. – 33(9), 2019. — p. 3925-3974.
2. CoinMarketCap – <https://coinmarketcap.com/> (дата звернення: 29.10.2025).