

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ПЕТРА  
МОГИЛИ

**Рубан Олександр Сергійович**

УДК 004.8

**ПРОГНОЗУВАННЯ ЦІНИ КРИПТОВАЛЮТ ЗА ДОПОМОГОЮ  
МЕТОДІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ**

Напрямок підготовки 6.050101 – «Комп'ютерні науки»  
ДР.ПЗ-401.1510115

Автореферат  
дипломної роботи на здобуття освітньої кваліфікації  
«Бакалавр комп'ютерних наук»

Миколаїв – 2019

Дипломна робота є рукописом.

Робота виконана в Чорноморському національному університеті імені Петра Могили Міністерства освіти і науки України на кафедрі інтелектуальних інформаційних систем.

Науковий керівник:

доктор технічних  
наук, професор  
Дихта Леонід Михайлович

Рецензент:

доктор технічних наук, професор  
Мусієнко Максим Павлович

Захист відбудеться «21» червня 2019 р. о 9<sup>30</sup> год. на засіданні екзаменаційної комісії (ауд. 2-403) у Чорноморському національному університеті імені Петра Могили за адресою: 54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми Десантників, 10.

З дипломною роботою можна ознайомитися в бібліотеці Чорноморського національного університету імені Петра Могили за адресою: 54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми Десантників, 10.

Автореферат представлений «20» червня 2019 р.

Секретар  
екзаменаційної комісії,  
ст.викл.

С.В.Дворецька

## **ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ**

**Актуальність теми:** ринок криптовалют з'явився у 2009 році, на 17.05.2019 його капіталізація складає \$223,323,712,100. Цей ринок має високу привабливість для трейдерів за рахунок високої волатильності, наявності великої кількості on-line бірж та перспектив подальшого зростання.

**Метою дипломної роботи** є розв'язання прикладної задачі прогнозування ціни криптовалют на основі історичних даних за допомогою методів штучного інтелекту.

**Практичне значення отриманих результатів:** прогноз цін, що надає система, може використовуватись трейдерами для прийняття прибуткових рішень, та може бути застосований системами автоматичної торгівлі.

**Структура дипломної роботи.** Пояснювальна записка до дипломної роботи складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, додатків. Загальний обсяг роботи складає 65 сторінок, 24 малюнки, та 34 посилання на джерела.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

**У вступі** зазначена мета роботи, актуальність, об'єкт та предмет дослідження, визначені задачі, що повинні бути вирішені у рамках даної роботи.

Мета дипломної роботи – розв’язання прикладної задачі прогнозування ціни криптовалют на основі історичних даних за допомогою методів штучного інтелекту.

*Об’єкт дослідження* – ринок криптовалют.

*Предмет дослідження* – прогноз цін на криптовалюти на основі історичних даних.

Ціна, що спрогнозована системою надасть трейдерам додаткову інформацію для прийняття прибуткових рішень, та може використовуватися системами автоматичної торгівлі.

Для досягнення мети роботи повинні бути розв’язані такі завдання:

- Провести аналіз ринку криптовалют та вибрати одну для прогнозування;
- Описати проблему у термінах штучного інтелекту та вибрати найбільш доцільний метод серед існуючих;
- Зібрати та обробити історичні дані для створення вибірок даних, необхідних для прогнозування
- Використати обраний метод для розробки системи прогнозування
- Розробити графічний інтерфейс користувача

У першому розділі був проведений аналіз предметної області: визначено поняття криптовалюти, досліджені криптовалюти з найбільшою капіталізацією, розглянуті дві категорії методів, що використовуються для прогнозування цін на криптовалюти, прийнято рішення про використання методів технічного аналізу та криптовалют Bitcoin, Ethereum.

Криптовалюта (від англ. Cryptocurrency) — вид цифрової валюти, емісія та облік якої засновані на асиметричному шифруванні і застосуванні різних криптографічних методів захисту, таких як Proof-of-Work та/або Proof-of-Stake.

Функціонування системи відбувається децентралізовано в розподіленій комп'ютерній мережі.

На 17.05.2019 на ринку існує 2182 криптовалюти, топ 5 за ринковою капіталізацією є:

1. Bitcoin
2. Ethereum
3. Ripple
4. Bitcoin Cash
5. Litecoin

Для прогнозування цін криптовалюти можуть використовуватись такі методи:

#### 1. Методи експертних оцінок:

Індивідуальні: метод інтерв'ю, анкетування

Колективні: метод комісій, мозкової атаки, Дельфі.

Найбільш поширений метод обробки експертних оцінок - метод рангової кореляції: фахівці дають оцінку кожному фактору шляхом присвоєння йому рангового номера.

На основі даних анкетного опитування формується матриця рангів, в якій відображається кількість фахівців, кількість факторів, ранг факторів у певного фахівця. За допомогою певних перетворень формується узгоджена думка експертів.

#### 2. Технічний аналіз

Технічний аналіз - це дослідження динаміки ринку, найчастіше за допомогою графіків, з метою прогнозування майбутнього напрямку руху цін.

В цілому можна визначити як метод прогнозування ціни, заснований на математичних, а не на економічних викладках. Цей метод був створений для чисто прикладних цілей, а саме - отримання доходів при грі спочатку

на ринках цінних паперів, а потім і на ф'ючерних. Всі методики технічного аналізу спочатку створювалися окремо один від одного і лише в 70-і роки були об'єднані в єдину теорію із загальною філософією, аксіомами і основними принципами.

Технічний аналіз заснований на теоретичній математиці, з його допомогою можна прогнозувати ціни для всіх ринків і будь-яких періодів часу, від хвилини до декількох років.

У другому розділі було визначено, що проблема прогнозування цін відноситься до аналізу числових рядів, розглянуті моделі і методи які здатні вирішити цю проблему.

Часовий ряд (англ. time series) — це ряд точок даних, проіндексованих (або перелічених, або відкладених на графіку) в хронологічному порядку.

Часові ряди дуже часто представляють за допомогою лінійних діаграм. Часові ряди використовуються в статистиці, обробці сигналів, розпізнаванні образів, економетриці, фінансовій математиці, прогнозуванні погоди, розумному транспорті та передбаченні траєкторій, передбаченні землетрусів, електроенцефалографії, автоматичному керуванні, астрономії, технологіях зв'язку, а також значною мірою в будь-якій області прикладної науки та інженерії, яка включає часові вимірювання.

Існують такі основні моделі вирішення проблеми прогнозування часових рядів:

- Штучні нейронні мережі

Штучні нейронні мережі (ШНМ, англ. artificial neural networks, ANN), або конективістські системи (англ. connectionist systems) — це обчислювальні системи, натхнені біологічними нейронними мережами, що складають мозок тварин. Такі системи навчаються задач (поступально покращують свою продуктивність на них), розглядаючи приклади, загалом без спеціального програмування під задачу.

- Метод опорних векторів

В машинному навчанні метод опорних векторів — це метод аналізу даних для класифікації та регресійного аналізу за допомогою моделей з керованим навчанням з пов'язаними алгоритмами навчання, які називаються опорно-векторними машинами (ОВМ, англ. support vector machines, SVM, також опорно-векторними мережами, англ. support vector networks).

– Стохастичні моделі:

– ARMA

У статистичному аналізі часових рядів моделі авторегресії — ковзного середнього (АРКС, англ. autoregressive–moving-average models, ARMA) пропонують економний опис (слабко) стаціонарного стохастичного процесу в термінах двох многочленів, одного для авторегресії, а другого — для ковзного середнього.

– ARIMA

Є розширенням моделі ARMA для нестационарних часових рядів, які можна зробити стаціонарними беручи різницю декотрого порядку від початкового часового ряду.

– SARIMA

Є розширенням моделі ARIMA для часових рядів с вираженою сезонною компонентою.

**Третій** розділ присвячений проектуванню та розробці програмного застосунку, що прогнозує ціни на криптовалюту.

Були проаналізовані інструменти, що представлені на ринку та підходять для вирішення поставлених задач та обрані:

- Мова програмування Python
- Бібліотека машинного навчання Tensorflow
- Бібліотека машинного навчання Keras
- Фреймворк для графічного додатку PyQt
- Web-сервіс Google Colab

Створений тренувальний та тестовий набори даних. Тренувальний набір даних - набір даних, що використовуються для навчання моделі.

Тестовий набір даних - вибірка даних, що використовуються для забезпечення об'єктивної оцінки кінцевої моделі.

Тестовий набір даних надає золотий стандарт, який використовується для оцінки моделі. Використовується тільки після того, як модель повністю підготовлена (використовуючи тренувальний та валідаційний набір). Тест-набір, як правило, використовується для оцінки моделей на змаганнях (наприклад, на багатьох змаганнях Kaggle валідаційний набір спочатку випускається разом з набором тренувань, а тестовий набір випускається лише тоді, коли конкурс вже закривається, і результат моделі на тестовому наборі визначає переможця). Багато разів тестовий набір використовується замість або разом з тестовим, але це вважається поганою практикою. Він містить ретельно відібрані дані, які охоплюють різні класи, які використовуються в реальному світі.

Розроблена модель нейронної мережі з комірками LSTM та проведено її навчання на створених наборах.

Розроблена та навчена модель була використана для створення графічного інтерфейсу користувача.

Графічний інтерфейс користувача – тип інтерфейсу, який дозволяє користувачам взаємодіяти з електронними пристроями через графічні зображення та візуальні вказівки, на відміну від текстових інтерфейсів, заснованих на використанні тексту, текстовому наборі команд та текстовій навігації.

**У четвертому розділі** розроблено заходи охорони праці, що направлені



на створення безпечних і здорових умов праці на робочому місці:

- розглянуто робоче місце інженера-програміста, який є об'єктом дослідження з охорони праці.
- Був проведений аналіз виробничих факторів, таких як:
  - a) температура
  - b) повітря,
  - c) освітлення,
  - d) шум та інше на робочому місці.
- у ході роботи над розділом були розглянуті детальні питання щодо освітлення відділення. Розрахунок у свою чергу показав, що загальне освітлення світильниками достатньо.

## **ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ**

Дана дипломна робота присвячена розв'язанню проблеми передбачення ціни на криптовалюту за допомогою методів штучного інтелекту.

У рамках роботи був проведений аналіз предметної області: досліджені криптовалюти з найбільшою капіталізацією, розглянуті дві категорії методів, що використовуються для прогнозування цін на криптовалюту, прийнято рішення про використання методів технічного аналізу та криптовалют Bitcoin, Ethereum. Серед методів технічного аналізу вирішено використовувати нейронні мережі з комірками LSTM.

Для навчання нейронної мережі необхідно було створити два набори даних: для навчання та для тестування. Було створено програмний додаток, який здатен збирати найновіші на момент запуску історичні дані криптовалюти Bitcoin. Ці дані були оброблені, на їх основі створені необхідні набори.

На створених наборах даних було проведено навчання нейронної мережі. Виявилось, що для цього процесу потрібен сучасний графічний прискорювач. Для цієї мети був використаний сервіс Google Colab, який надав графічний прискорювач Tesla K80.

Після навчання та тестування результатів роботи нейронної мережі був розроблений простий графічний інтерфейс користувача з використанням

технології PyQT.

Результати роботи можуть мати практичне застосування. Прогноз цін, що надає система, може використовуватись трейдерами для прийняття прибуткових рішень, та може бути застосований системами автоматичної торгівлі.

## АНОТАЦІЯ

**Рубан Олександр Сергійович. Прогнозування ціни криптовалют за допомогою методів штучного інтелекту.** – На правах рукопису.

Дипломна робота на здобуття освітньої кваліфікації «Бакалавр комп'ютерних наук». – Чорноморський національний університет імені Петра Могили, Миколаїв, 2019.

Дана дипломна робота присвячена розв'язанню проблеми передбачення ціни на криптовалюту за допомогою методів штучного інтелекту.

Ринок криптовалют з'явився у 2009 році, на 17.05.2019 його капіталізація складає \$223,323,712,100. Цей ринок має високу привабливість для трейдерів за рахунок високої волатильності, наявності великої кількості on-line бірж та перспектив подальшого зростання.

Прогноз цін, що надає система, може використовуватись трейдерами для прийняття прибуткових рішень, та може бути застосований системами автоматичної торгівлі.

**Мета дипломної роботи** - розв'язання прикладної задачі прогнозування ціни криптовалют на основі історичних даних за допомогою методів штучного інтелекту.

**Об'єкт дослідження** – ринок криптовалют.

**Предмет дослідження** – прогноз цін на криптовалюту на основі історичних даних.

Фахова частина містить вступ, три розділи, висновки та додатки до дипломної роботи.

У першому розділі був проведений аналіз предметної області: досліджені криптовалюти з найбільшою капіталізацією, розглянуті дві категорії методів, що використовуються для прогнозування цін на криптовалюту, прийнято рішення про використання методів технічного аналізу та криптовалют Bitcoin, Ethereum.

У другому розділі було визначено, що проблема прогнозування цін відноситься до аналізу числових рядів, розглянуті моделі і методи які здатні вирішити цю проблему.

Третій розділ присвячений архітектурі та розробці програмного застосунку, що прогнозує ціни на криптовалюту.

Дипломна робота містить: сторінок – 65, малюнки – 29, додатків – 2, посилань – 34.

*Ключові слова: криптовалюти, трейдинг, прогнозування цін, штучний інтелект, нейронні мережі.*

## ABSTRACT

**Ruban Oleksandr Sergiovich. Cryptocurrency price prediction using Artificial Intelligence methods.**— Have the rights of the manuscript.

Diploma work for receiving educational qualification “Bachelor of Computer Science”. - Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolayiv, 2019

This work dedicated to solving the problem of predicting cryptocurrency prices with the help of Artificial Intelligence methods.

Cryptocurrency market originates in 2009. Its capitalization equals to \$223,323,712,100 at 17.05.2019. This market is highly attractive for traders because of its high volatility, developed infrastructure of on-line stock exchanges and prospects of following growth.

Forecasts, received from the implemented system, could be used by traders for making profitable decisions and also could be applied by automatic trading systems.

**The aim of the work** - solving the task of cryptocurrency price forecasting based on historical data and using Artificial Intelligence methods.

**Object of research** - cryptocurrency market.

**Subject of research** - the process of cryptocurrency price forecasting based on historical data.

Professional part consists of introduction, three chapters, findings and additions.

In the first chapter analysis of subject area was provided: cryptocurrencies with the biggest capitalization were researched, two method categories that could be applied for price forecasting were considered, the decision about using methods of technical analysis and cryptocurrencies such as Bitcoin and Ethereum was made.

In the second chapter we found out that the problem of forecasting is related to numerical series analysis and considered models and methods that could solve it. The third chapter is dedicated to creating architecture and developing application that is able to forecast cryptocurrency price.

This work contains: pages - 65, images - 29, applications - 2, references - 34

*Keywords: cryptocurrencies, trading, price forecasting, Artificial Intelligence, neural networks.*