

УДК 004.031.43:336.743-028.63]-519.711

Мазур Ю. О., здобувач вищої освіти;  
Загоруйко Л. В., канд. техн. наук, доцент,  
доцент кафедри прикладної математики та кібербезпеки,  
Донецький національний університет імені Василя Стуса

## ОГЛЯД СУЧАСНИХ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ АНАЛІЗУ КРИПТОВАЛЮТНИХ ТРАНЗАКЦІЙ

Ключові слова: криптовалюта, транзакція, машинне навчання.

**Вступ.** Ринок криптовалют сьогодні є одним з найбільш динамічних та складних ринків у світі. Ціни на ньому сильно коливаються, що ускладнює інвесторам та трейдерам можливість приймати обґрунтовані рішення. Криптовалюти мають багато переваг над традиційними валютами, наприклад, анонімність та децентралізацію. Щоправда, криптовалюти також пов'язані з ризиками фінансування тероризму чи відмивання грошей. Аналіз криптовалютних транзакцій є важливим інструментом протидії цим ризикам. Він дає змогу виявляти потенційну злочинну діяльність, навіть якщо вона непомітна для громадськості. За останні роки було досягнуто значного прогресу в розробці моделей машинного навчання для аналізу криптовалютних транзакцій. Ці моделі успішно використовуються для виявлення ризиків та різних видів злочинної діяльності. Їх вдосконалення та інтеграція триває, адже це надзвичайно важлива сфера в контексті безпеки та ефективності фінансових операцій.

**Актуальність.** Криптовалюти все більше закріплюються на фінансових ринках, де щодня відбувається значна кількість транзакцій та угод. Подібно до інших фінансових систем, передбачення цінових змін є однією з ключових проблем у сфері криптовалютної торгівлі. Ідея використання штучного інтелекту як одного з інструментів прогнозування стала популярною темою досліджень у криптовалютній індустрії. Моделі машинного навчання здаються ідеальними для вирішення проблеми прогнозування цін на криптовалютному ринку.

Однією із сучасних і найбільш відомих моделей машинного навчання є гібридна модель. Гібридні моделі формуються шляхом поєднання різних методів машинного навчання (МН) [1]. Ця модель ефективно прогнозує щоденні ціни, але не демонструє таку ж ефективність на більш тривалих періодах, наприклад, під час прогнозування на тиждень.

Загалом криптовалюта теоретично вважається інструментом економічної децентралізації, транзакції з нею прив'язані до фіатних валют, як-от долар США. Питання, чи існує вплив традиційних фінансових активів на ціну криптовалюти, залишається невирішеним. *Jang* та *Lee* спрогнозували ціну біткоіна за допомогою баєсівської мережі (БМ). Перевагою цієї моделі є те, що вона враховує інформацію про блокчейни та мікроекономічні фактори для прогнозування цін [2]. Вхідні дані для моделі включили десять глобальних макроекономічних індексів та п'ять міжнародних валютних курсів. Результати

дослідження показали, що БМ демонструє найкращу прогностичну ефективність, порівняно з базовими моделями, як-от лінійна регресія та регресія опорних векторів. До того ж дослідження показало, що ціна біткоіна корелює з макроекономічними змінами, як-от фондові індекси, обмінні курси та ціни на нафту.

*Mittal* прогнозує ціни десяти криптовалют за допомогою багатовимірної лінійної регресії [3]. Щоб прогнозувати найвищу ціну в певний день, беруть до уваги ціну відкриття, ціну закриття та найнижчі ціни попередніх днів. У дослідженні *Poongodi* для прогнозування ціни використовував дві моделі: лінійну регресію та машину опорних векторів [4]. Результати показали, що машина опорних векторів без додаткових функцій має більшу точність прогнозування, ніж лінійна регресія, приблизно на 10 %.

Дослідники також вивчають вплив емоцій інвесторів на ціни криптовалют. Вони виявили, що настрої в засобах масової інформації, як-от тренди *Google* та обсяги твітів, корелюють із цінами криптовалют. Однак настрої твітів не є надійним джерелом прогнозування, оскільки вони часто залишаються позитивними, навіть коли ціни криптовалют падають. В іншому дослідженні *Amon* використовував щоденні заголовки новин і твіти для прогнозування цінкових коливань криптовалют, застосовуючи чотири алгоритми класифікації [5]. Запропонована модель добре визначає загальні тенденції на ринку криптовалют, але вона не може передбачити коливання цін, які не відповідають цим тенденціям. *Kim* вивчав, як кількість транзакцій та інформація про онлайн-спільноти криптовалют можуть бути використані для прогнозування цін. Він використовував метод усередненої однозалежності для аналізу даних про транзакції та коментарі й відповіді користувачів [6]. Результати дослідження показали, що результати прогнозування відрізняються для різних криптовалют. Ціна біткоіна та кількість транзакцій демонструють значний позитивних зв'язок з відповідями користувачів.

Фінансові активи, як-от криптовалюти, залежать від багатьох факторів, зокрема макроекономічні умови, настрої інвесторів та фундаментальні показники. Визначити всі ці фактори та розробити ефективні торгові правила на основі них є складним завданням. Для прогнозування цін на криптовалюти необхідно використовувати функції, які містять цінну інформацію. Однак існує компроміс між використанням великої кількості функцій, що збільшує час навчання моделі, та використанням меншої кількості функцій, що може призвести до зниження продуктивності моделі. *Chang* пропонує новий підхід до деталізації даних інженерії ознак [7]. Вони виділяють низькочастотні та високочастотні ознаки та використовують різні методи для їх обробки. Результати дослідження показують, що статистичні методи краще працюють із низькочастотними даними, тоді як інші підходи машинного навчання, як-от лінійний дискримінантний аналіз і машини опорних векторів, досягають кращих результатів для високочастотних даних.

## Висновки

Штучний інтелект та машинне навчання мають потенціал для значного підвищення точності прогнозування криптовалютних операцій. Однак існує низка викликів, які необхідно подолати, перш ніж ці технології зможуть широко використовуватись. Одним із основних викликів є те, що криптовалютні ринки є дуже динамічними та непередбачуваними, вони можуть піддаватись впливам різноманітних факторів. Це означає, що моделі машинного навчання повинні бути здатні адаптуватись до змінних умов ринку.

Іншим викликом є те, що криптовалютні ринки є дуже складними. Вони залежать від багатьох факторів, зокрема від макроекономічних умов, настроїв інвесторів та фундаментальних показників. Це означає, що моделі машинного навчання повинні бути здатні враховувати ці фактори, щоб забезпечити точні прогнози. Незважаючи на ці виклики, дослідження в галузі штучного інтелекту та машинного навчання для прогнозування криптовалютних операцій роблять значні успіхи. Ці технології мають потенціал для того, щоб зробити криптовалютні ринки більш прозорими і передбачуваними, що може призвести до підвищення ефективності торгівлі.

## Список використаних джерел

1. Kotu V., Deshpande B., Chapter 2: Data Mining Process. In Predictive Analytics and Data Mining. Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2015. P. 26.
2. Jang H., Lee J. An empirical study on modeling and prediction of bitcoin prices with bayesian neural networks based on blockchain information. *IEEE Access*. 2017. P. 5427–5437.
3. Mittal R., Arora S., Bhatia M. Automated cryptocurrencies prices prediction using machine learning. *Div. Comput. Eng. Netaji Subhas Inst. Technol.* India. 2018. P. 2229–6956.
4. Prediction of the price of Ethereum blockchain cryptocurrency in an industrial finance system / M. Poongodi, A. Sharma, V. Vijayakumar, V. Bhardwaj, A. P. Sharma, R. Iqbal, R. Kumar. *Computers & Electrical Engineering*. 2019, November. P. 81. DOI: 10.1016/j.compeleceng.2019.106527.
5. Lamon C., Nielsen E., Redondo E. Cryptocurrency price prediction using news and social media sentiment. *SMU Data Sci. Rev.* 2017. P. 1–22.
6. Predicting fluctuations in cryptocurrency transactions based on user comments and replies / Y. B. Kim, J. G. Kim, W. Kim, J. H. Im, T. H. Kim, S. J. Kang, C. H. Kim. *PLoS ONE* 2016. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161197>.
7. An innovative neural network approach for stock market prediction / X. Pang, Y. Zhou, P. Wang, W. Lin, V. Chang. *J. Supercomput.* 2020. P. 2098–2118.