

DOI <https://doi.org/10.15407/csc.2023.03.069>
УДК 004.4

А.М. ГОЛЯЧЕНКО, аспірант кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем, факультет прикладної математики, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського",
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-5715-3805>,
03056, м. Київ, Берестейський просп., 37, Україна,
anastasiia.holiachenko@gmail.com

Л.А. ЛЮШЕНКО, к.т.н., доцент кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем, факультет прикладної математики, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського",
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4319-5955>, Scopus Author ID: 57208345053,
03056, м. Київ, Берестейський просп., 37, Україна,
lyushenkol@gmail.com

ПРОГРАМНА ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА ВИБОРУ АЛГОРИТМІВ ПРОГНОЗУВАННЯ КРИПТОВАЛЮТИ У РЕЖИМІ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ

Здійснено аналіз наявних підходів прогнозування курсу криптовалюти, що використовуються на ринку. Запропоновано альтернативний підхід до прогнозування на базі наявної програмної автоматичної експертної системи вибору алгоритмів, що дає змогу стабілізувати високу вірогідність прогнозу при низьких часових витратах. Виявлено та обґрунтовано шляхи розв'язання проблем, що можуть виникати при застосуванні даної експертної системи.

Ключові слова: прогнозування курсу криптовалюти, трейдинг, алгоритми прогнозування, аналіз часових рядів, експертна система, технічний аналіз, криптовалютний ринок.

Вступ

Сьогодні у світі є досить велика кількість криптовалют, кожна з яких має свої унікальні характеристики. Трейдери та інвестори, які працюють на ринку криптовалют, використовують різноманітне програмне забезпечення для аналізу та прогнозування курсу криптовалют. Здатність правильно та швидко ухвалювати рішення, використовуючи результати прогнозування курсу криптовалют, наразі визначається як ключова мета для трейдерів, інвесторів та аналітиків цього ринку. Проте

виникають певні проблеми, а саме: стрімке зростання обсягу даних, похибки та помилки в первинних даних, необхідність прогнозування в реальному часі, а також економічні, політичні та соціальні чинники, які впливають на ринок криптовалют.

В статті розглянуто наявні методи аналізу та прогнозування курсу криптовалюти, а також запропоновано альтернативний підхід до прогнозування курсу криптовалют. Запропонований підхід забезпечує підвищення точності прогнозування завдяки імплементації автоматичної експертної системи вибору алгоритму прогнозування.

Методи аналізу та прогнозування курсу криптовалют

Прогнозування курсу криптовалют є складним завданням через високу волатильність та вплив багатьох факторів на ринок. Є кілька основних підходів до прогнозування курсів криптовалют, які варто розглянути.

1. Технічний аналіз базується на математичних та статистичних моделях таких, як *Moving Average (MA)*, *Relative Strength Index (RSI)*, *Moving Average Convergence Divergence (MACD)*, *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)* [1]. Аналізування та визначення трендів і певних патернів динаміки курсу криптовалюти відбувається на основі історичних даних: часових рядів курсів криптовалют, обсягів торгів та інших технічних показників [2, 3]. Не передбачається визначення чинників впливу на ринок криптовалют та враховуються лише зміни курсу валют у певному проміжку часу.

2. Машинне навчання відноситься до одного із розділів штучного інтелекту. Цей підхід дає змогу, використовуючи програмні алгоритми, знаходити закономірності у великих обсягах даних, не слідуючи жорстко заданим правилам. Найвідоміші методи машинного навчання: *Artificial Neural Network (ANN)*, *K-Nearest Neighbors (KNN)*, *Naive Bayes (NB)*. Алгоритми машинного навчання розпізнають складні зв'язки між поведінкою курсу валют і чинниками, які впливають на ринок криптовалют. Використання технології машинного навчання надає можливість для прогнозування трендів із різкими змінами напрямку динаміки курсу, проте потребує значних часових та комп'ютерних ресурсів [4, 5].

3. Фундаментальний аналіз має на меті виконати оцінку активу та визначити переоцінений чи недооцінений такий актив. Цей підхід передбачає цілий комплекс аналізу різних факторів для отримання очікуваного курсу криптовалюти та порівняння з реальним курсом на ринку криптовалют. Основною проблемою є визначення метрик та факторів, які впливають на оцінку криптовалюти. Перенос традиційного фундаментального ана-

лізу на ринок криптовалют вимагає постійного дослідження релевантності метрик, що аналізуються. Окрім того, багато-факторний аналіз призводить до витрат часу й унеможливає прийняття рішень у реальному часі [6, 7].

4. Аналіз потоку новин відбувається на основі розпізнавання інформації розміщеної у новинних каналах, форумах, статтях, соціальних мережах, тощо. На базі отриманої інформації, ключових слів, можна швидко розпізнати новий стрімкий тренд зростання чи падіння курсу криптовалюти [8, 9]. Цей метод є дієвим лише за умови високої медійності криптовалюти. Також, аналіз потоку новин не є ефективним у щоденному прогнозі трейдера, оскільки у більшості випадків буде відсутній чіткий тренд динаміки курсу криптовалюти.

5. Гібридний підхід може бути використаний професійними трейдерами при комбінації декількох алгоритмів водночас для отримання прогнозу [10]. При комбінації різних підходів, наприклад, фундаментального та технічного, трейдери отримують декілька результатів прогнозування (технічний аналіз) та на основі наявної інформації про фундаментальні характеристики криптовалюти приймається рішення у режимі реального часу. Головними недоліками цього підходу є витрати часу на одночасне прогнозування декількома алгоритмами та людський фактор, якщо остаточне рішення приймає трейдер.

Отже, жоден із зазначених підходів не є досконалим інструментом для аналізу та прогнозування курсу на криптовалютному ринку, оскільки кожен із них має свої обмеження та працює достовірніше лише за конкретних умов.

Постановка проблеми

Зазначені підходи аналізу та прогнозування курсів криптовалют мають свої переваги, недоліки та обмеження. Ефективність кожного з них залежить від конкретної криптовалюти, поточної ситуації на ринку, економічних та соціально-політичних факторів впливу, а також

періоду прогнозування, тощо. Розгляньмо детальніше дослідження наявних методів прогнозування курсу криптовалюти.

Так було отримано тестові прогнози з використанням методів *SARIMA* та *ARIMA*, які працюють з часовими рядами для прогнозування динаміки курсу криптовалюти в реальному часі. Метод *SARIMA* показав точніше прогнозування на довгостроковому прогнозуванні стоків у США. Дослідження було здійснено на даних із 2001 до 2010 року, відносна похибка прогнозування *SARIMA* становила менше 5% [11]. Водночас було показано, що модель *SARIMA* є дуже чутливою до зміни параметрів і що спроба оптимізації роботи моделі призводить до значно гірших результатів. Наприклад, для конкретних даних у дослідженні спрацювала найкраще лише модель *SARIMA* із параметром періодичності 20, $R2 = 0,91$, та $mean\ bias\ error\ (MBE) = 1,29\ mm$.

В свою чергу, було здійснено дослідження методів прогнозування динаміки курсу 12 криптовалют з використанням алгоритмів машинного навчання: *Logistic Regression*, *Support Vector Machines (SVM)*, *Artificial Neural Networks (ANN)*, та *Random Forest Algorithms (RFA)*, воно показало такі результати:

Алгоритм *SVM* є найкращим у короткостроковому прогнозуванні (оновлення даних кожні 15, 30, 60 хв). Проте він демонструє не набагато більше, ніж 50% вірогідності результатів прогнозування, іноді досягаючи 69% [12]. Однак, результати з вірогідністю більше 70% досягнуті лише при додаткових налаштуваннях параметрів *SVM* відповідно до конкретних ситуацій.

Тепер про вплив на ефективність роботи *SVM* для прогнозування майбутнього напрямку цін на ринку. Експериментальний результат показав, що якість прогнозу *SVM* є чутливою до значення м'якого розділення C та параметра ядра δ^2 і що для найкращої вірогідності слід знайти оптимальні значення цих параметрів [13]. *SVM* є продуктивним методом, але він залежить від розмірності використовуваних змінних [14].

У 2011 році було здійснено дослідження на базі п'яти методів машинного навчання: *SVM*, *RFA*, *KNN*, *NB* та *SoftMax* для здійснення прогнозу трендів на ринку. Результати показали, що *RFA* мав більшу вірогідність на більшій кількості даних, тоді як *NB* краще працює із малою кількістю даних [15].

Наведені результати дослідження свідчать про відсутність універсальних методів прогнозування динаміки курсу криптовалюти, які мали би незначні похибки в прогнозуванні. Спроба налаштувати параметри моделей або алгоритмів не є ефективною тому, що може не враховувати вплив майбутніх тенденцій ринку криптовалют, а також через обмеженість історичних даних, які не є релевантними на період прогнозування. Тому у цій статті пропонується розглянути альтернативний підхід, який дає змогу підвищити вірогідність результатів прогнозування в реальному часі курсу криптовалют завдяки імплементації автоматичної програмної експертної системи вибору алгоритмів прогнозування.

Автоматичний експертний вибір алгоритмів аналізу та прогнозування курсу криптовалюти

Оскільки ті самі методи прогнозування можуть показувати і досить високу, і досить низьку вірогідність результатів прогнозування в залежності від стабільності ринку криптовалют, має сенс запропонувати програмну експертну систему вибору алгоритму. Ця система автоматично запускатиме певну кількість алгоритмів прогнозування для окремої криптовалюти з урахуванням поточних та історичних даних і автоматично обиратиме найкращий алгоритм прогнозу з погляду мінімізації похибки та швидкодії певного алгоритму і з можливістю врахування тенденцій та впливів на ринку криптовалют.

Оскільки більшість методів, що базуються на технічному аналізі чи методах машинного навчання, краще себе проявляють у короткостроковому прогнозуванні, то і цей алгоритм



Рис. 1. Процес прогнозування курсу криптовалюти з використанням програмної експертної системи вибору алгоритмів за поточну ітерацію K

вміє швидко підлаштовуватись під зміну ситуації. Важливим є те, що не варто брати надто малі проміжки часу, щоб алгоритм встигав обробляти всі дані різними методами для найбільш реалістичного результату прогнозу (наприклад, до 30 секунд). За одну ітерацію експертної системи вважають процес аналізу та прогнозування від моменту отримання даних із криптовалютної біржі за останні T хвилин до отримання результатів прогнозування, що відбувається за певний проміжок часу. Розгляньмо процес прогнозування курсу окремої криптовалюти з наявною експертною системою вибору алгоритмів (рис. 1), де:

- K – поточна ітерація,
- $K-1$ – минула ітерація,
- N – кількість останніх ітерацій, які беруться до аналізу.

Описаний процес включає наступні етапи:

1. Процес ітерації K починається зі збору даних із декількох криптовалютних бірж у режимі реального часу. Програмне забезпечення має підтримувати постійний зв'язок із криптобіржами через *API* та регулярно отримувати дані із обраних криптовалютних бірж за певний період T хвилин. Важливо збирати інформацію лише стосовно однієї криптовалюти (наприклад, *BTC*) із прив'язкою до однієї валюти весь час (наприклад, *USD*). Після отримання курсу криптовалюти за

ітерацію $K-1$ відбувається валідація та агрегація цих даних. Отримані курси криптовалюти валідуються на достовірність (слід виключити значення, що різко розбігаються із наявними іншими даними) задля збільшення точності результатів прогнозування. Після цього дані з різних криптовалютних бірж агрегуються та вираховується середній арифметичний показник курсу, який зберігається в базі даних як адаптований курс за ітерацію $K-1$, а також надходить на подальший аналіз до експертної системи.

2. Експертна система вибору алгоритмів отримує курс криптовалюти за ітерацію $K-1$ та інші необхідні дані і здійснює обчислення для визначення найкращого алгоритму за останні N ітерацій. Результатом роботи автоматичної програмної експертної системи є найкращий алгоритм за останні N ітерацій, що передається до наступних етапів прогнозування, а також додаткові розрахунки, необхідні для наступної ітерації, що зберігаються у відповідних базах.

3. Прогнозування найкращим алгоритмом за останні N ітерацій, отриманим від минулого етапу, здійснюється в рамках поточної ітерації K . Для цього додатково передаються дані з бази адаптованих курсів криптовалюти за останні N ітерацій. Отриманий прогноз передається до наступного процесу.

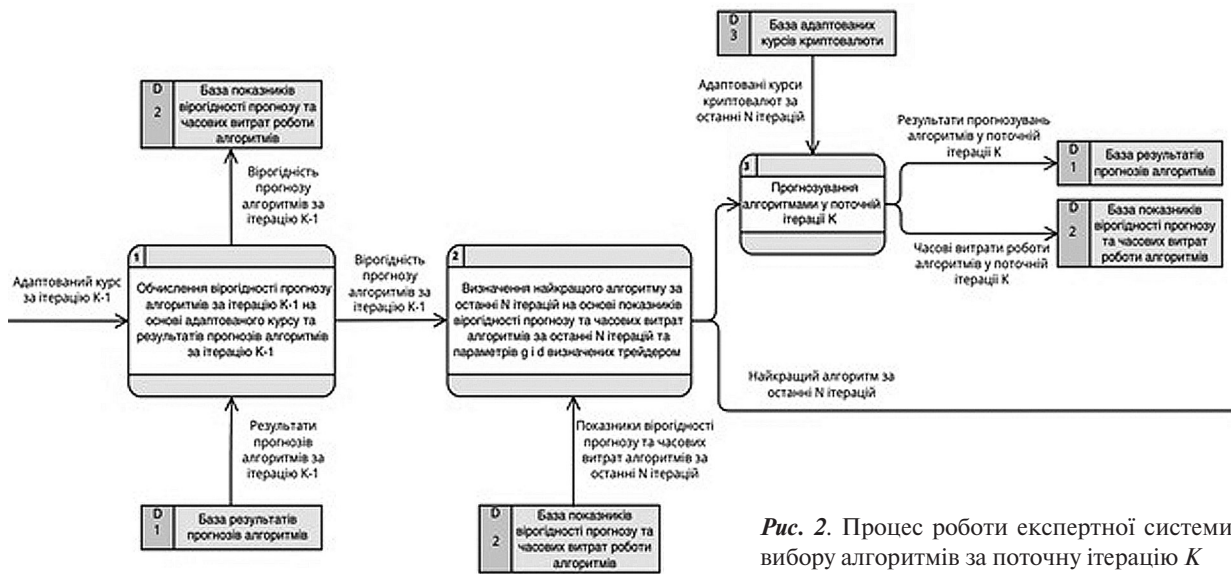


Рис. 2. Процес роботи експертної системи вибору алгоритмів за поточну ітерацію K

4. Останнім кроком є перевірка на наявність трендів у динаміці курсу криптовалюти. Для цього підтягуються адаптовані курси криптовалюти за останні N ітерацій, останній прогноз отриманий від найкращого алгоритму та база знань із історичними даними трендів. У даному процесі адаптовані дані з прогнозом звіряються із історичними даними трендів на наявність схожого патерну динаміки курсу. У разі збігу патерну, вибудовується тренд на графіку, що показує потенційну динаміку курсу криптовалюти. Наприкінці ітерації система виводить очікуваний прогноз за поточну ітерацію K та лінію тренду у разі, якщо система розпізнала патерн.

Далі процес повторюється у наступній ітерації $K+1$.

Розгляньмо детальніше процес роботи програмної експертної системи (рис. 2)

1. Процес отримує адаптований курс за ітерацію $K-1$, також підтягуються результати прогнозів алгоритмів за ітерацію $K-1$. На основі цих даних відбувається обчислення вірогідності прогнозу алгоритмів за ітерацію $K-1$. Отримані показники вірогідності прогнозу алгоритмів за ітерацію $K-1$ зберігаються у базу показників вірогідності прогнозу та

часових витрат роботи алгоритмів і надходять у наступний етап роботи експертної системи

2. На базі отриманих показників вірогідності прогнозу та часових витрат роботи алгоритмів за останні N ітерацій відбувається визначення найкращого алгоритму із найвищим показником вірогідності та мінімальними часовими витратами за останні N ітерацій. Для цього враховується середня вірогідність прогнозу та часові витрати за ітерацію по кожному алгоритму за останні N ітерацій та складається рейтинг алгоритмів за цими двома показниками. Наступним кроком враховується загальний рейтинг алгоритму за формулою:

$$R_a^K = \frac{C_a^K \times g}{T_a^K \times d'}$$

де

a – алгоритм за яким здійснювалося прогнозування,

K – номер поточної ітерації,

g та d – параметри визначені трейдером, $g + d = 1$,

C_a^K – середня вірогідність прогнозу алгоритму a за останні N ітерацій, станом на поточну ітерацію K , $C_a^K \in [0, 1]$,

T_a^K – середні часові витрати роботи алгоритму a за останні N ітерацій, станом на поточну ітерацію K , у секундах.

R_a^K – рейтинг алгоритму a за поточну ітерацію K .

Алгоритм із найвищим рейтингом стає найкращим алгоритмом станом на поточну ітерацію та передається як результат роботи програмної автоматичної експертної системи на основний процес прогнозування.

3. У цей момент запускаються паралельні процеси прогнозування курсу в поточній ітерації K за допомогою всіх алгоритмів. Цей процес можна виконувати за допомогою додаткових можливостей хмарних обчислень для пришвидшення калькуляції прогнозів. Після того як обчислення закінчилися, результати прогнозувань алгоритмів у поточній ітерації K зберігаються до бази результатів прогнозів алгоритмів, часові витрати роботи алгоритмів у поточній ітерації K зберігаються до бази показників вірогідності прогнозу та часових витрат роботи алгоритмів. Ця інформація є необхідною для наступних ітерацій.

Дана експертна система надає можливість автоматично обирати алгоритм, який має найкращі показники вірогідності результатів прогнозування та найнижчі часові витрати за останні N ітерацій, для отримання вірогіднішого прогнозу. Також, передбачається розпізнавання схожих патернів динаміки курсу криптовалюти для виявлення трендів. Це допомагає стабілізувати високу якість прогнозувань із урахуванням багатьох факторів, що покриваються в рамках різних алгоритмів.

Проблеми, що постають у рамках застосування даного алгоритму та як їх можна вирішити

Серед основних проблем, які можна виділити в рамках застосування даного розробленого алгоритму, є наступні:

1. Тестування того ж самого алгоритму/моделі, але з різними параметрами. Вирішення зазначеної проблеми ґрунтується на тому, що один і той самий алгоритм із різними па-

раметрами працює неоднаково залежно від ситуації та має різні показники вірогідності прогнозувань. Відповідно, кожен алгоритм/модель із набором параметрів, який відрізняється, має завжди вважатися окремим алгоритмом, оскільки кожен із них матиме різні результати прогнозування та, відповідно, різну історію якості прогнозувань за минулі ітерації, що при суміщенні може негативно вплинути на якість кінцевого результату. Отже, якщо дослідник хоче протестувати той самий алгоритм із різними параметрами, йому варто запускати їх як окремі процеси. Якщо необхідно змінити параметри на вже запущеному процесі, то варто відключити минулий і запустити новий екземпляр із новими параметрами.

2. Паралельність та швидкість обчислень. У основі другої проблеми, а саме паралельності обчислень, що відбуваються під час багатопотокового запуску алгоритмів прогнозувань із новими даними за останню ітерацію, є часові витрати та наявність достатньої потужності серверів для таких обчислень (оскільки водночас можуть тестуватися різні варіації алгоритмів у досить великій кількості). Тому варто розглядати хмарні рішення, наприклад, *Microsoft Azure*, *Amazon Web Services*, тощо, які дають змогу запускати багато потоків обчислень водночас, причому важливо, щоб результати обчислень надавалися без затримок. Також, варто зазначити обмеження за часом, за який алгоритм має надати результат прогнозування, інакше результат не буде враховано в остаточний прогноз, оскільки затримки зроблять результат нерелевантним. Ураховуючи, які саме алгоритми, будуть тестуватися можна налаштовувати різні обмеження за часом і, відповідно, обирати коротші проміжки часу для кожної ітерації.

Висновки

У даній статті було розглянуто наявні методи аналізу та прогнозування курсу на криптовалютних біржах, а саме фундаментальний і технічний аналізи, машинне навчання, аналіз новинного потоку та гібридний підхід.

Під час дослідження було продемонстровано, що різні алгоритми можуть мати високий рівень вірогідності прогнозувань у конкретній ситуації з оптимізованими параметрами, але при цьому показувати набагато нижчі показники вірогідності при найменшій зміні параметрів чи динаміки курсу криптовалюти. Відповідно, досконалого методу з універсальними параметрами, який завжди стабільно показуватиме високі результати у вірогідності прогнозувань, немає.

Імплементация програмної автоматичної експертної системи вибору алгоритмів прогнозування криптовалюти в режимі реального часу дасть змогу автоматично обирати найкращий алгоритм для прогнозування криптовалюти на основі аналізу ефективності алгоритмів за останні N ітерацій у минулому та розпізнавати тренди для стабілізації отримання

прогнозу з максимальним показником вірогідності.

Розглянуто процес аналізування та прогнозування курсу криптовалют з наявною програмною експертною системою вибору алгоритмів прогнозування криптовалюти та представлено логіку роботи такої експертної системи. Також, було виявлено та обґрунтовано шляхи вирішення проблем, що можуть виникнути під час застосування даної системи.

Отже, альтернативний підхід до аналізування та прогнозування криптовалют у реальному часі є в імплементации програмної експертної системи вибору алгоритмів прогнозування криптовалюти, яка дає змогу стабілізувати високу вірогідність прогнозувань курсу на криптовалютному ринку у порівнянні із використанням лише одного методу, чи гібридизации декількох методів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Achelis, S.B. (2000). *Technical Analysis from A to Z*, 2nd Edition. McGraw-Hill.
2. Holiachenko, A., Lyushenko, L., Strutsynsky, O. (2022). "Modified Method of Cryptocurrency Exchange Rate Forecasting Based on ARIMA Class Models with Data Verification". *Advances in Artificial Systems for Logistics Engineering. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 135, pp 123-136. https://doi.org/10.1007/978-3-031-04809-8_11.
3. Lyushenko, L., Holiachenko, A. (2020). "Optimization of the Method of Technical Analysis of Cryptocurrency Price Differences Movements". *Advances in Computer Science for Engineering and Education II. ICCSEEA 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 938, pp 388-397. https://doi.org/10.1007/978-3-030-16621-2_36.
4. Breiman, L. (2001). "Random Forests". *Machine Learning*, 45, pp 5-32. <https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>.
5. Burkov, A. (2019). *The Hundred-Page Machine Learning Book*. Andriy Burkov.
6. Palepu, K.G., Healy, P.M. (2008). *Business Analysis & Valuation: Using Financial Statements*, 4th ed. Mason OH: Thomson South-Western.
7. McKinsey and Company, Koller, T., Goedhart, M., Wessels, D. (2020). *Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies*. Seventh ed. Hoboken New Jersey: John Wiley & Sons.
8. Coulter, K.A. (2022). "The impact of news media on Bitcoin prices: modelling data driven discourses in the crypto-economy with natural language processing". *R Soc Open Sci*, 9(4). <https://doi.org/10.1098/rsos.220276>.
9. Tran, T. (2022). *Predicting Digital Asset Prices using Natural Language Processing: a survey*.
10. Bishop, C.M. (2006). "Pattern Recognition and Machine Learning". *Information Science and Statistics*. New York: Springer-Verlag, pp. 653-673.
11. Valipour, M. (2015). "Long-term runoff study using SARIMA and ARIMA models in the United States". *Meteorological Applications*. <https://doi.org/10.1002/met.1491>.
12. Akyildirim, E., Gnc, A., Sensoy, A. (2018). *Prediction of Cryptocurrency Returns using Machine Learning*.
13. Kim, K.-J. (2003). "Financial time series forecasting using support vector machines", *Neurocomputing*, vol 55, pp. 307-319. [https://doi.org/10.1016/S0925-2312\(03\)00372-2](https://doi.org/10.1016/S0925-2312(03)00372-2).
14. Lee, M.-C. (2009). "Using support vector machine with a hybrid feature selection method to the stock trend prediction". *Expert Systems with Applications*, 36(8), pp. 10896-10904. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.02.038>.

15. Kumar, M., Thenmozhi, M. (2006). "Forecasting Stock Index Movement: A Comparison of Support Vector Machines and Random Forest". Indian Institute of Capital Markets 9th Capital Markets Conference Paper. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.876544>.
16. Giarratano J., Riley G. (1998). *Expert Systems: Principles and Programming*. 3rd ed. Boston: PWS Pub.
17. Harmon, P., King, D.R. (1985). *Expert systems: artificial intelligence in business*. *Technology and Culture*, 28, 894 p.
18. Guresen, E., Kayakutlu, G., Daim, T. (2011). "Using artificial neural network models in stock market index prediction". *Expert Systems with Applications*, 38, pp. 10389-10397.

Надійшла 18.09.2023

A.M. Holiachenko, PhD Student at the Department of Computer Systems Software, Faculty of Applied Mathematics, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute",
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-5715-3805>,
Prosp. Beresteiskyi, 37, Kyiv 03056, Ukraine,
anastasiia.holiachenko@gmail.com

L.A. Liushenko, PhD in Technical Sciences, associate professor of Computer Systems Software Department National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute",
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4319-5955>, Scopus Author ID: 57208345053,
Prosp. Beresteiskyi, 37, Kyiv 03056, Ukraine,
lyushenkol@gmail.com

SOFTWARE EXPERT SYSTEM FOR CHOOSING CRYPTOCURRENCY FORECASTING ALGORITHMS IN REAL-TIME

Introduction. Today there is a large number of cryptocurrencies in the world with their own unique characteristics. Traders and investors working in the cryptocurrency market use various software to analyze and forecast the exchange rate of cryptocurrencies. The ability to correctly and quickly make decisions using the results of cryptocurrency rate forecasting is currently defined as a key goal for traders, investors and analysts of this market.

Purpose. In this article, the existing methods of analysis and forecasting of the exchange rate on cryptocurrency exchanges were considered, namely fundamental and technical analysis, machine learning, news flow analysis, and a hybrid approach.

During the study, it was demonstrated that different algorithms can have a high level of probability of predictions in a specific situation and with optimized parameters, but at the same time show much lower probability indicators with the slightest change in parameters or dynamics of the cryptocurrency exchange rate. Accordingly, a perfect method with universal parameters that will always consistently show high results in the probability of predictions does not exist.

The implementation of a software automatic expert system for choosing algorithms in real-time will allow automatically choose the best algorithm for cryptocurrency forecasting based on the analysis of the effectiveness of algorithms over the last N iterations in the past.

Methods. By the development of automatic expert system for choosing cryptocurrency forecasting algorithms in real-time.

Results. The process of analyzing and forecasting the cryptocurrency exchange rates with an existing software expert system for choosing algorithms for cryptocurrency forecasting is considered, and the logic of the operation of such an expert system is presented. Also, ways to solve problems that may arise during the application of this system were identified and substantiated.

Conclusion. The alternative approach to the analysis and forecasting of cryptocurrencies in real-time was implemented in the software expert system for choosing algorithms, which allows stabilizing the high probability of the exchange rate forecasts on the cryptocurrency market in comparison with the use of only one method or the hybridization of several methods.

Keywords: *cryptocurrency exchange rate forecasting, trading, forecasting algorithms, time series analysis, expert system, technical analysis, cryptocurrency market.*