



✉ Correspondence author

Yu. V. Bezsmolnyi

yurii.bezsmolnyi.mnpzm.2022@lpnu.ua

Article received 19.04.2024 p.

Article accepted 30.04.2024 p.

UDK 004.42

УДК 004.42

Ю. В. Безсмольний, М. М. Сенів

Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів, Україна

## ПРОГРАМНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ТРЕЙДЕРА КРИПТОВАЛЮТ З ВИКОРИСТАННЯМ АГРЕГОВАНОГО ІНДИКАТОРА НА ПЛАТФОРМІ TRADING VIEW

У роботі виконано порівняльний аналіз наукових публікацій щодо можливості передбачення напряму криптовалютного курсу за допомогою даних відкритих числових індикаторів, за результатами якого можна зробити висновок, що через волатильність криптовалютного ринку та необхідність точного прогнозування виникає потреба в створенні агрегованого індикатора, який враховуватиме поточний курс ціни активу, параметри простих індикаторів, обсягів торгів тощо. Крім того, цей індикатор буде параметром для застосування моделі багатокритеріального аналізу під час підтримки прийняття рішень для трейдингу криптовалют. Також розроблено програмну систему підтримки прийняття рішень для трейдера криптовалют на платформі Trading View, яка дає змогу трейдеру криптовалют отримати значення поточної ситуації криптовалютного ринку у вигляді значення за допомогою методу вагових коефіцієнтів та вибраних індикаторів. Серед вибраних індикаторів: RSI, MA, CCI, Stochastic Oscillator, OBV, ADX, CMF для визначення моменту відкриття позиції та Fibonacci Retracement, Ichimoku Cloud для визначення закриття позицій. З урахуванням всіх індикаторів та визначених для них коефіцієнтів отриманий діапазон значень 0–100 %. Якщо значення індикатора перетне поріг у 20 %, це означає, що необхідно повідомити трейдера про можливу точку входу. Тобто значення 20–40 % – це низька ефективність, 40–60 % – середня ефективність, 60–80 % – висока ефективність, а значення понад 80 % не буде перебиватись новими значеннями для пірамідингу для кращого коефіцієнта загальної успішності індикатора. Значення індикатора визначає потенційну ефективність відкриття позицій, а завдяки індикатору RSI визначається напрям відкриття позицій. Напрямок позиції поділяють на лонг та шорт.

Розроблено індикатор для платформи TradingView, який, на відміну від наявних простих індикаторів, збирає дані з відкритого доступу та розраховує потенційну точку для відкриття позиції. Отримання числового значення одного індикатора дає трейдеру змогу зекономити час для перегляду та аналізу переліку індикаторів та часу для вирішення відкриття позиції, оскільки криптовалютний ринок відомий раптовою волатильністю, необхідно швидко приймати рішення.

**Ключові слова:** програмне забезпечення, криптовалюти, система підтримки прийняття рішень, передбачення ціни, методи багатокритеріального аналізу.

### Вступ / Introduction

Сьогодні криптовалютний ринок зростає до неймовірних масштабів. Порівнюючи цей ринок зі звичайним фінансовим, бачимо, що вони багато в чому подібні. Торгівля активами здійснюється здебільшого за допомогою методів, подібних до застосовуваних на фондовому ринку. Проте, на відміну від фондових бірж, які закривають на кілька годин або днів та які потребують брокерів для торгівлі, криптовалютні торги видаються послідовнішими та є передбачуваними [1].

Одна із поточних проблем криптовалютного ринку – висока волатильність, тобто значні коливання курсу активів. Це один із факторів, який відображає зацікавленість потенційних інвесторів щодо входу на ринок криптовалютних активів. Виправити проблему з волатильністю здатні допомогти моделі аналізу криптовалютного курсу, а за допомогою теорії прийняття рішень можна спроектувати систему, яка дасть змогу аналізувати параметри та визначати ідеальний момент для відкриття позиції. Та поки що недостатньо досліджено можли-

вість передбачення криптовалютного курсу за допомогою числових індикаторів та методів прийняття рішень [2].

*Об'єкт дослідження* – процес підтримки прийняття рішення для торгівлі криптовалютами.

*Предмет дослідження* – алгоритми, методи та засоби підтримки прийняття рішення для торгівлі криптовалютами.

*Мета роботи* – створення програмної системи підтримки прийняття рішень на основі методу багатокритеріального аналізу, яка враховує дані стосовно комплексного індикатора, отримані на платформі Trading View. Ця програмна система допоможе трейдерам криптовалютних активів забезпечити загальне передбачення криптовалютного курсу залежно від даних для конкретного криптоактиву, таких як значення курсу, обсягів торгівлі, таймфрейму тощо. Серед можливостей індикатора: візуалізація графічних елементів на графіку курсу, відображення показників технічного аналізу ринку, надання сигналів для відкриття та закриття по-

зицій, оповіщення трейдерів для швидкого реагування та можливість функціонування системи на різних інструментах за різних таймфреймів. Наявність цих засобів у програмній системі підтримки прийняття рішень дасть змогу трейдеру прийняти обґрунтованіші та адекватніші рішення під час торгівлі криптовалютами.

Для досягнення зазначеної мети необхідно вирішити такі основні завдання дослідження:

- виконати порівняльний аналіз наукових публікацій щодо можливості передбачення напрямку криптовалютного курсу за допомогою даних відкритих числових індикаторів;
- розробити агрегований комплексний індикатор для платформи TradingView, який дасть змогу збирати дані з відкритого доступу та враховувати потенційну точку для відкриття позиції;
- розробити програмну систему підтримки прийняття рішень на основі одного з методів багатокритеріального аналізу, яка враховуватиме дані комплексного індикатора, отримані на платформі Trading View, та допоможе трейдерам криптовалютних активів загалом передбачати криптовалютний курс і прийняти обґрунтоване рішення щодо подальших кроків.

**Матеріали та методи дослідження.** Для отримання даних криптовалютного ринку використано вебплатформу TradingView, яка дає змогу трейдерам та інвесторам аналізувати фінансові ринки, виконувати торговельні операції та технічний аналіз. Платформа пропонує безкоштовний та професійний план підписки для різного функціоналу. Для розроблення індикаторів та стратегій торгівлі використано мову програмування PineScript. Індикатори можна застосовувати для аналізу значення ціни курсу, обсягу торгів та інших даних. Також є можливість візуалізувати ці дані на графіку курсу криптовалют із різними таймфреймами. Окремо варто зазначити можливість доступу до історичних даних, які можна використовувати для глибшого тестування стратегій торгівлі та перевірки їх ефективності.

Також для дослідження використано теорію прийняття рішень, а саме метод багатокритеріального аналізу – метод вагового коефіцієнта. Цей метод застосовують для прийняття рішень з урахуванням багатьох критеріїв у різних сферах, наприклад у бізнесі та управлінні для вибору постачальника, оцінювання ефективності проєктів, також у інженерії для визначення методології або ж у фінансах та інвестиціях. У пропонованому дослідженні цей метод допоможе визначити момент відкриття та напрям позицій за допомогою індикаторів з даними графіка криптовалют.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Детально проаналізовано наукові публікації, які стосуються теми досліджень, а саме можливість передбачення напрямку криптовалютного курсу за допомогою даних відкритих числових індикаторів.

У публікації [3] здійснено оцінювання ефективності генетичного алгоритму, налаштоване на глибоке навчання та вдосконалення методів на основі дерева прогнозування цін на закриття кількох криптовалют. Моделі глибокого навчання містять нейронні мережі CNN, глибокі нейронні мережі та рекурентні блоки зі стробами. За результатами дослідження CNN визначено найнадійнішим методом із середньою відсотковою похибкою 0,08. На жаль, у цій публікації використано лише

три моделі для визначення можливості прогнозування курсу.

Дослідження [4] націлено на адаптування моделі поліноміальної автоматичної регресії PAR до даних про внутрішньоденні (intraday) ціни криптовалют. У цій роботі використано методи машинного навчання, які користувались даними про курс криптовалют на основі останніх місяців. Через це дані могли видатись неповними, оскільки діапазон курсу охоплював лише останні коливання за пів року, до того ж дослідження адаптувало алгоритм для прогнозування лише чотирьох основних криптовалют.

У наступному дослідженні [5] використано методи штучного інтелекту для ідентифікації руху цін на криптовалюту, а саме аналіз часових рядів, який використовує глибоке навчання. Аналіз результатів моделей GRU та MLP показав, що модель MLP досягла регресії за  $R = 99,15\%$  під час навчання та  $R = 98,90\%$  упродовж тестування. Моделі використовували дані від 1 січня 2021 р. до 1 червня 2022 р. Цього діапазону недостатньо для майбутнього прогнозування.

Автори [6] проаналізували вже топ 100 найбільших за капіталізацією криптовалют. Результати свідчать, що всі використані моделі роблять статистично життєздатні прогнози, відповідно до середніх значень точності від 52,9% до 54,1%. Проте ці значення збільшуються до 57,5% до 59,5%, коли їх розраховують на підмножині прогнозів із 10% найбільшою вірогідністю моделей LSTM та GRU.

Робота [7] також використовує алгоритми машинного навчання у прогнозуванні курсу криптовалют, проте в такому разі лише біткоіна. Структура прогнозування починається із вибору 295 окремих моделей прогнозування, після чого використовують три підходи машинного навчання, а саме нейронні мережі, опорні векторні машини та підхід градієнтного посилення. Основна проблема – це використання занадто великої бази моделей лише для одного криптоактиву.

Публікація [8] розглядає тематику високої волатильності активів на фінансовому ринку через призму короткострокових операцій. У ній автори порівнюють декілька фреймворків для прогнозування щоденної ціни закриття біткоіна, досліджуючи ті, які демонструють найвищу продуктивність, після ретельного відбору моделі за допомогою  $k$ -кратної перехресної перевірки. Результати підкреслюють вищу продуктивність двоступеневих структур, порівняно з одноступеневими, основаними на баєсівській нейронній мережі. До недоліків можна зарахувати недостатньо детальний опис алгоритмів та моделей, а також роботу з основним криптоактивом.

Стаття [9] відрізняється від попередників, оскільки в ній як вхідні дані використано не дані криптовалютного курсу, а дані із соціальних мереж. Автори пояснюють, що хоч фондовий та криптовалютний ринок схожі, проте не завжди алгоритми з першого підходять для другого. У цій роботі виконано так званий об'єктний аналіз, щоб обчислити одне значення впливу кожні 15 хвилин. Метод унікальний, проте було б краще, якби він був доповнений традиційним технічним аналізом або моделями прогнозування.

У [10] автори вирішили зосередитись на прогнозуванні банкрутства криптовалют на основі 14 крипто-

валют, які працюють за протоколом PoW. Використовуючи дані криптовалют, автори оцінюють модель на основі лінійного дискримінантного аналізу та вказують, що модель здатна пояснити 87 % банкрутств лише через місяць торгів.

А дослідження [11] зосереджено на застосуванні методів штучного інтелекту для вирішення таких проблем з криптовалютою, як прогнозування ціни, тенденцій, волатильності, створення портфеля та виявлення шахрайства. Оскільки криптовалюти – ринок щоденних величезних транзакцій, угод і новин, людина не здатна аналізувати та вивчати цю інформацію для виявлення патернів. У роботі досліджено доволі багато проблем із ринком криптовалют, однак недостатньо інформації саме щодо прогнозування ціни та волатильності.

Автори [12] досліджували ефективність моделей прогнозування у режимі реального часу через їх детермінованість. Вони запропонували модель стохастичної нейронної мережі для прогнозування курсу криптовалют. Запропонований підхід ґрунтується передусім на теорії випадкових блукань, що не може забезпечити однакою інформацію стосовно прогнозування криптовалютного курсу в разі виявлення фракталів курсу через технічний аналіз.

Отже, за результатами досліджень можна стверджувати, що більшість з них використовують методи штучного інтелекту для аналізу моделей прогнозування ринку криптовалют. Аналіз також дав змогу виявити список проблем, з якими стикались дослідники, серед яких прогнозування ціни лише для певного криптоактиву залежно від їх капіталізації, використання даних щодо обмеженого часового діапазону, а також великої кількості індикаторів, які можуть додавати похибку в розрахунках майбутнього напрямку криптовалют.

Пірамідинг – це стратегія, за якої трейдер може не обмежуватись однією відкритою позицією, а доповнювати її фінансуванням за умови кращої ситуації на ринку. Позиції поділяють також на лонг та шорт. Лонг та шорт – це терміни, які використовують у фінансовому світі для опису двох протилежних торговельних позицій. Лонг означає купівлю активу з надією на подальше зростання вартості. Шорт означає запозичення активу з моментальним його продажем з надією на подальше зниження ціни, після чого трейдер купує актив назад та закриває запозичення.

Серед індикаторів для дослідження та використання у методі багатокритеріального аналізу вибрано такі:

Relative Strength Index – визначає або перекупленість, або перепроданість активу, із використанням середніх цін зростання та падіння за певний період. Індекс може набувати значення від 0 до 100, де 0 – це стан перепроданості, а 100, відповідно, перекупленості [13].

Moving Average – середня ціна активу за певний період часу. Переважно індикатор називають разом з цифрою, що означає кількість днів, за які беруть дані. Наприклад, 200 MA покаже середню ціну активу у вигляді кривої лінії за останніх 200 днів [13].

Commodity Channel Index – також визначає стан перекупленості та перепроданості активу у вигляді значень від  $-100$  до  $+100$ , де негативне значення – це перепроданість, а позитивне – перекупленість. На відміну від RSI, CCI відображає відхилення ціни від середньої ціни у відсотках [14].

Stochastic Oscillator – індикатор для відображення стану активу, використовує дві лінії – %K та %D, які відображають відношення поточної ціни закриття до діапазону цін за певний період часу [15].

Fibonacci Retracement – достатньо цікавий технічний індикатор, який використовують для визначення рівнів підтримки та опори на ринку. ґрунтується на числах Фібоначчі, які розраховують на основі найвищої та найнижчої ліній курсу за певний період [16].

Average Directional Index – визначає силу тенденції на ринку. Складається із трьох ліній, а саме ADX, +DI та -DI, які відображають стан ринку. Якщо значення ADX високе, то на ринку існує сильна тенденція, яка може продовжуватися в майбутньому. +DI відображає силу позитивної тенденції на ринку, а -DI – негативної. Якщо значення +DI більше, ніж значення -DI, це свідчить про позитивну тенденцію на ринку [17].

Ichimoku Cloud – це вже комплексний технічний індикатор, який складається з п'яти ліній, які відображають різні аспекти тенденцій цін активу. Перша лінія – Tenkan-sen – відображає середню ціну активу за останні дев'ять періодів, що може вказувати на поточний напрям руху ціни. Друга лінія – Kijun-sen – відображає середню ціну активу за останні 26 періодів, що може свідчити про сильнішу тенденцію. Третя лінія – Senkou Span A – відображає середнє значення Tenkan-sen і Kijun-sen, перенесене на 26 періодів вперед, що може вказувати на майбутній рівень підтримки або опору. Четверта лінія – Senkou Span B відображає середню ціну активу за останні 52 періоди, перенесену на 26 періодів вперед, що може вказувати на майбутній рівень підтримки або опору. П'ята лінія – Chikou Span – відображає ціну активу, відзначену на графіку на 26 періодів назад, що може допомогти визначити точки входу та виходу з позиції [18].

Chaikin Money Flow – використовується для вимірювання обсягу капіталу, що входить та виходить з активу на ринку. Індикатор CMF рухається у межах від  $-1$  до  $+1$ . Значення, більше від 0, вказує на позитивний потік грошей на ринку, тобто на те, що інвестори купують актив. Значення, менше за 0, вказує на негативний потік грошей на ринку, тобто на те, що інвестори продають актив [18].

Через волатильність криптовалютного ринку та необхідність точного прогнозування виникає потреба в створенні агрегованого індикатора, який враховуватиме поточний курс ціни активу, параметри простих індикаторів, обсяги торгів тощо. Також цей індикатор буде параметром для застосування моделі багатокритеріального аналізу із метою підтримки прийняття рішень для трейдингу криптовалют. Під час трейдингу криптовалют виникає потреба в підтримці прийняття рішень трейдерами, для чого доцільно використовувати відповідні програмні системи, а саме – програмну систему підтримки прийняття рішень за допомогою методів багатокритеріального аналізу.

## Результати дослідження та їх обговорення / Research results and their discussion

Порівнявши зазначені індикатори, бачимо, що вони ґрунтуються на різних даних. Наприклад, RSI більше відповідає за напрям позиції. Значення  $1-30$  означають перепроданість, від  $71-100$  – перекупленість, а значення від  $31-70$  вважають нейтральними. Своєю чергою

MA відображає середню ціну за період, що дає нам індекс поточної зміни ціни. Індикатор CCI орієнтується на відхилення поточної ціни від середньої ціни за певний період, але так само, як і Stochastic Oscillator, вка-

зує на перекупленість або перепроданість поточного активу. У таблиці наведено всі індикатори, які будуть використовуватись, їх діапазони даних, коефіцієнт, а також сферу застосування.

Список індикаторів та їх характеристик / List of indicators and their characteristics

Індикатор	Призначення	Діапазон значень	Коефіцієнт
RSI	Відкриття позиції	0, 100	3.5
MA200	Відкриття позиції	Динамічно (MA / Ціна)	2
CCI	Відкриття позиції	-100, 100	-1,5
Stochastic Oscillator	Відкриття позиції	0, 100	2,5
ADX	Відкриття позиції	0, 100	5
CMF	Відкриття позиції	Динамічно (0.3, 0.5)	10
Fibonacci Retracement	Закриття позиції	Динамічно (0,236; 0,382; 0,5; 0,618; 0,786, 1)	-
Ichimoku Cloud	Закриття позиції	Динамічно (Ціна)	-

Знаючи діапазон можливих значень, а також їх коефіцієнт, маємо змогу визначити діапазон можливих значень на виході з індикатора, який вже демонструватиме трейдеру потенційну можливість відкриття позиції. У нашому випадку цей діапазон становитиме 150–950 з деякою похибкою через індикатор MA200, динамічний через ціну активу. Далі значення конвертується у процентне співвідношення від 1 % до 100 %, що вказує саме на силу ефективності відкриття позиції. Якщо значення індикатора перетне поріг 20 % – це означає, що необхідно повідомити трейдера про можливу точку входу. Далі значення індикатора використовуватиметься лише для знаходження значення, вищого за поточне, для пірамідингу. Інакше кажучи – значення 20–40 % – низька ефективність, 40–60 % – середня ефективність, 60–80 % – висока, а значення понад 80 % не буде перебиватись новими значеннями для пірамідингу для підвищення коефіцієнта загальної успішності індикатора. Оскільки у формулу було б недоцільно вставляти ціну з MA200, краще застосувати співвідношення ціни активу до її середньої ціни. Запропонований індикатор внаслідок цього дає число, яке відображає ефективність потенційного відкриття позиції. Для визначення напрямку позицій застосовують індикатор RSI. Тобто якщо значення міститься в межах від 1 до 50 – це шорт-позиція, а якщо в межах від 51 до 100 – лонг-позиція. Після відкриття позиції необхідно також надати трейдеру інформацію про можливу зміну ситуації на ринку, для цього використовують Fibonacci Retracement та Ichimoku Cloud. Саме завдяки цим індикаторам ми можемо простежити потенційні лінії зростання чи падіння активу в короткостроковій перспективі, орієнтуючись на їх діапазон даних.

Програмне забезпечення запускається на платформі Trading View та зберігається як новий індикатор, який можна застосувати до будь-якого криптоактиву. Програмний скрипт розділяють на дві частини. Перша частина відповідає за отримання даних та визначення результату індикатора, друга подає сигнал на платформу для виведення графічних елементів у разі отримання позитивних значень від індикатора. На рис. 1 продемонстровано блок-схему роботи алгоритму підтримки прийняття рішення щодо дій трейдера. Цей алгоритм

визначає момент для відкриття та закриття позиції, її напрям, а також можливість запуску пірамідингу.

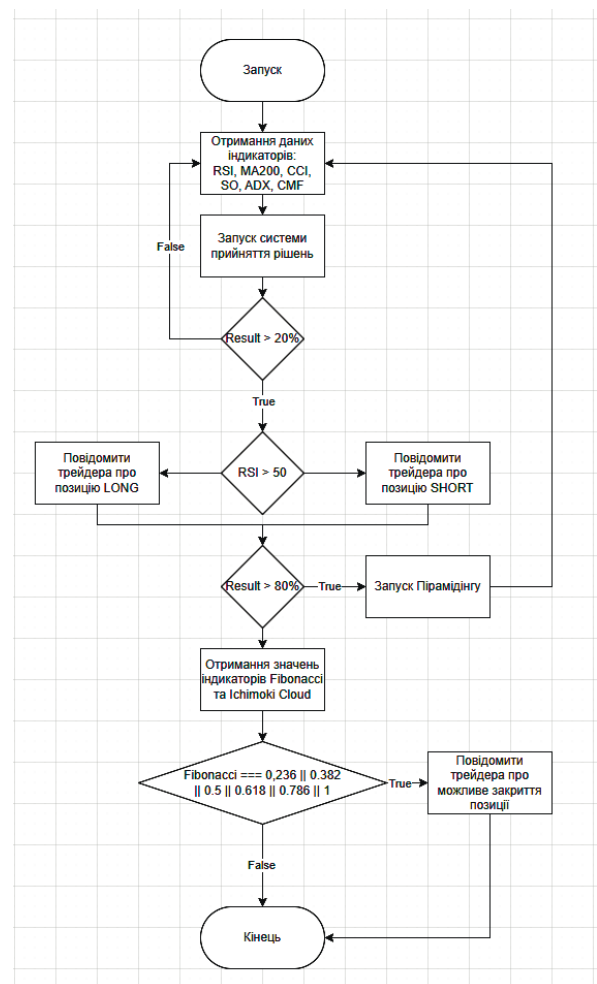


Рис. 1. Блок-схема алгоритму / Block diagram of the algorithm

Для роботи програмного коду необхідний доступ до даних, який платформа Trading View якраз надає. Серед широкого спектра даних також є:

1. Цінові дані (основні дані з яких формується потік графіка): OHLC, Volume, інші.
2. Індикатори (використовуються для аналізу цінових даних та відображення сигналів торгівлі): RSI

(Relative Strength Index), MACD (Moving Average Convergence Divergence), SMA (Simple Moving Average), EMA (Exponential Moving Average), інші.

### 3. Налаштування свічкових графіків:

- Таймфрейм: користувач може вибрати бажаний інтервал часу (наприклад, 1 хвилина, 15 хвилин, 1 година, 1 день) для аналізу цінних даних.
- Масштабування: користувач може вибрати тип масштабування графіка, лінійний або логарифмічний, для відображення цін на активи.
- TradingView також надає різні інструменти аналізу, такі як лінії тенденції, рівні Фібоначчі, прямокутники та інші [20].

Усі з вищевказаних даних використовують для формування рішень про відкриття позицій. Розглянемо залежність даних, а саме відношення інтервалу часу до ціни свічки. Вибраний інтервал 5 хвилин означає, що кожна свічка на графіку демонструє ціну відкриття, закриття свічки, а також мінімальні та максимальні значення ціни за цей діапазон. Значення більшості простих індикаторів формуються саме згідно із базовими значеннями ціни відкриття та закриття свічки, а також обсягом торгівлі за допомогою вибраного інструменту. Далі програмна система підтримки рішень на основі методу вагового коефіцієнта отримує дані з кожного індикатора та формує значення для поточної свічки за вибраним таймфреймом.

Для цього використано так формулу:

$$result = w_1 * x_1 + w_2 * x_2 + \dots + w_n * x_n, \quad (1)$$

де result – вихідний результат для рішення, яку позицію відкривати;  $x_n$  – значення індикатора, який ураховується з даних поточного активу;  $w_n$  – коефіцієнт, який визначає значущість індикатора для результату.

Далі для правильного результату необхідно правильно підібрати коефіцієнти індикаторів. Наприклад, якщо взяти актив з вартістю 45,000\$ зі значеннями RSI – 89, MA –  $0,8 \times (36000 / 45000)$ , CCI – 156, SA – 69, ADX – 90, CMF – 0,2, то з вказаними коефіцієнтами отримаємо

результат = 553,6. Відтак перетворюємо ці дані на процентне співвідношення від 0 % до 100 % та одержимо значення 69,2 %, що свідчить про потенційно високу ефективність позиції. Так само можемо додавати у нашу формулу інші індикатори, які означатимуть не лише силу прийняття рішень, але й напрям ринку в короткостроковій та довгостроковій перспективі. Введення додаткових індикаторів необхідне і для уточнення значення ефективності позиції, а також щоб унеможливити створення фантомних позицій, якщо один із індикаторів матиме незвичні дані. Незвичні дані можуть з'являтися переважно в активах, які нещодавно вийшли на ринок та для яких ще не сформовано ціни та інші дані.

Також варто зазначити, що важлива не кількість успішних позицій, а саме середній коефіцієнт прибутку з усіх позицій, оскільки одна успішна позиція на 20 % росту може покрити декілька невдалих на 5 % від початкового банку трейдера. Саме для таких випадків додано так званий пірамідинг. У нашому випадку індикатор не лише визначатиме ситуацію на ринку методом вагового коефіцієнта на кожен наступний таймфрейм, але й порівнюватиме його з попереднім сигналом для відкриття позицій. За такої стратегії бажано обмежити кількість відкритих позицій до трьох – чотирьох, оскільки надалі коефіцієнт прибутку позицій втрачається.

Щоб використовувати індикатор, трейдерів необхідно лише наявність доступу до TradingView, а також потрібно вибрати бажаний криптоактив. Індикатор відобразить потенційні точки відкриття позиції у вигляді графічних елементів “BUY” або “SELL”, що означає позицію лонг або шорт. Якщо після відкритої позиції з'явиться додаткова позиція, це означатиме початок пірамідингу. Окрім точок відкриття позицій також створено колір напрямку позицій для швидкого реагування поточного курсу. Додано також графічне подання елемента інтерфейсу (рис. 2) для сповіщення трейдера про успішність позиції. На рис. 2 зображено курс криптовалюти Bitcoin на 17.04.2024 р. з використанням індикатора на платформі TradingView.



Рис. 2. Курс Bitcoin з використанням індикатора / Bitcoin price course using the indicator

**Обговорення результатів дослідження.** За різних коефіцієнтів трейдер може отримати різні результати успішності трейдингу. Також важливо розуміти, що відкриття позицій під високі значення індикаторів не означає 100 % успішність та прибутковість позицій, тому трейдер повинен самостійно визначати ціну позицій та момент для їх відкриття і закриття. Зрештою, на прикладі платформи, яка надає значення індикаторів,

трейдер не завжди має змогу перевірити всі необхідні індикатори та їх достовірність на графіку криптоактиву, саме тому пропонується програмна система спрощує цей процес та дає змогу попередити трейдера про оптимальну ситуацію на ринку.

Оскільки діапазон можливих значень від 0 % до 100 %, а RSI визначає напрям відкриття позиції, то за значення RSI – 10 та значення методу вагових коефіціє-

нтів 65 % трейдери буде повідомлено про хорошу можливість відкриття шорту. Якщо надалі значення методу зміниться на більше за однакового RSI, це дасть змогу розпочати пірамідинг. У випадку досягнення чотирьох відкритих позицій однакового напрямку трейдеру не пропонуватимуть більше позицій на поточний актив, доки трейдер не закrije позиції. У разі досягнення рівнів Фібоначчі трейдери також буде повідомлено про можливе закриття позиції на розгляд трейдера. Така програмна система підтримки прийняття рішень дає змогу адекватніше прийняти рішення про торгівлю криптовалютами.

Trading View має внутрішній функціонал під назвою "Тестер стратегій", який дає змогу перевірити ефективність написаної програми на підставі попередніх даних за вибраний період. Під час запуску тестера стратегій за початковими налаштуваннями індикатора видано початковий баланс – 1,000\$, а також виставлено орієнтовну суму для позицій у 60\$ та період дат, за який необхідно брати вхідні дані. На рис. 3, 4 зображено результати роботи тестера стратегій на таймфреймах 1 м, 15 м.

У першому прикладі можна помітити, що з 1,000\$ початкових індикатор не зміг набрати достатню кількість прибуткових позицій, щоб вийти на більший баланс. Це пов'язано з тим, що за такого таймфрейму індикатор не отримує імпульсних рухів ціни, оскільки їх майже немає, а отже, не може надати хороший резуль-

тат. У наступному прикладі результат кращий у другій половині тестера, проте початок так само виявився неуспішним. Ці результати пов'язані з вибраним таймфреймом і що більший діапазон свічок, тим краще буде вибрано значення для індикатора, а трейдеру запропоновано відкриття позиції.

Порівнюючи результати індикатора з результатами публікації [6], бачимо, що коефіцієнт прибуткових позицій, згідно із даними тестера стратегій, приблизно такий самий, як і у публікації. Результат індикатора 49,52–53 %, а у статті, з якою ми порівнюємо роботу, цей показник становить 52,9–59,5 %. Також варто зазначити, що індикатор, запропонований у цій роботі, не використовує засоби штучного інтелекту для аналізу даних та визначення результату, а також може працювати з будь-яким криптоактивом, а не лише з топ 100 за капіталізацією.

*Наукова новизна отриманих результатів дослідження* – розроблено індикатор для платформи Trading View, який, на відміну від відомих простих індикаторів, збирає дані із відкритого доступу та визначає потенційну точку для відкриття позиції. Для визначення цього моменту, а також значення сили ефективності позиції використано метод вагового коефіцієнта для підтримки прийняття рішень під час торгівлі криптовалютами.

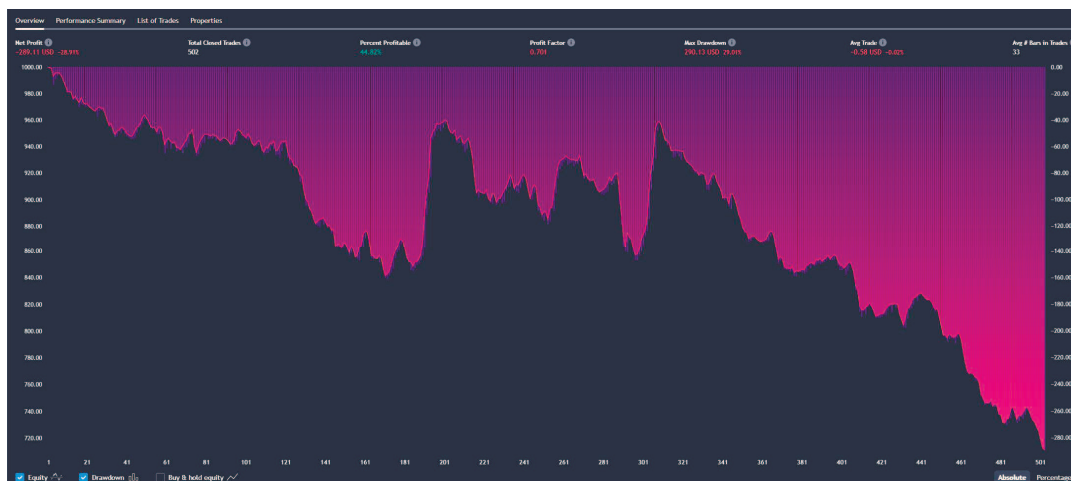


Рис. 3. Результат тестера стратегій на таймфреймі 1 хвилина / The result of the strategy tester on the timeframe of 1 minute

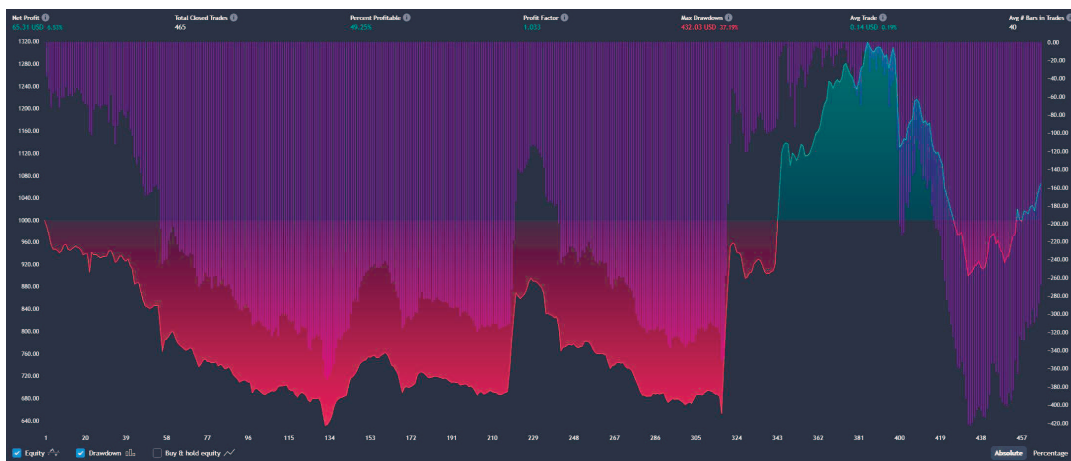


Рис. 4. Результат тестера стратегій на таймфреймі 15 хвилин / The result of the strategy tester on the timeframe of 15 minutes

Практична значущість результатів дослідження – розроблено програмну систему підтримки прийняття рішень із використанням методу вагового коефіцієнта та агрегованого індикатора, яка дає змогу обґрунтовано прийняти рішення для трейдерів криптовалютного ринку про відкриття позицій на основі значення агрегованого індикатора.

## Висновки / Conclusions

Виконано порівняльний аналіз наукових публікацій щодо можливості передбачення напрямку криптовалютного курсу за допомогою даних відкритих числових індикаторів. Результати дають підстави зробити висновок, що через волатильність криптовалютного ринку та необхідність точного прогнозування виникає потреба в створенні агрегованого індикатора, який враховуватиме поточний курс ціни активу, параметри простих індикаторів, обсяги торгів тощо. Також цей індикатор буде параметром для застосування моделі багатокритеріального аналізу в процесі підтримки прийняття рішень для трейдингу криптовалют

Розроблено систему підтримки прийняття рішень для трейдера криптовалют, яка дає змогу трейдеру не використовувати самостійно числові індикатори та дізнатись поточну ситуацію на ринку, потенційно знаючи подальший напрям криптовалют. У системі використано шість основних числових індикаторів для визначення відкриття позицій, таких як RSI, MA, CCI, Stochastic Oscillator, OBV, ADX, CMF, та два додаткові для закриття позицій, а саме Fibonacci Retracement, Ichimoku Cloud.

У кожного із індикаторів є визначений коефіцієнт, який необхідний для методу вагових коефіцієнтів та дає змогу визначити момент для відкриття позицій. Ці позиції відображаються на платформі Trading View, яка надає числові дані індикаторів. У сумі та добутку на коефіцієнти індикаторів програмна система видає значення від 0 % до 100 %, що вказує на силу ефективності відкриття позиції.

Розроблено індикатор для платформи TradingView, який, на відміну від відомих простих індикаторів, збирає дані з відкритого доступу та вираховує потенційну точку для відкриття позиції. Отримання числового значення одного індикатора дає змогу трейдеру зекономити час для перегляду та аналізу переліку індикаторів та для прийняття рішення про відкриття позиції, оскільки криптовалютний ринок відомий раптовою волатильністю і необхідно швидко приймати рішення.

## References

- Royal, James (2024). Crypto vs. stocks: What's the better choice for you? Retrieved from: <https://www.bankrate.com/investing/crypto-vs-stocks/>
- Reiff, Nathan (2024). Why Is Bitcoin Volatile? Retrieved from: <https://www.investopedia.com/articles/investing/052014/why-bitcoins-value-so-volatile.asp>
- Oyedele, A. A., Ajayi, A. O., Oyedele, L. O., Bello, S. A., & Jimoh, K. O. (2023). Performance evaluation of deep learning and boosted trees for cryptocurrency closing price prediction. *Expert Systems with Applications*. <http://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.119233>
- Cohen, Gil (2023). Intraday trading of cryptocurrencies using polynomial auto regression[J]. *AIMS Mathematics*, 8(4), 9782–9794. <http://doi.org/10.3934/math.2023493>
- Al-Nefaie, A. H., & Aldhyani, T. H. H. (2022). Bitcoin Price Forecasting and Trading: Data Analytics Approaches. *Electronics*, 11(24), 4088. <https://doi.org/10.3390/electronics11244088>
- Jaquart, Patrick, Köpke, Sven, & Weinhardt, Christof (2022). Machine learning for cryptocurrency market prediction and trading. *The Journal of Finance and Data Science*, 8, 331–352. <https://doi.org/10.1016/j.jfds.2022.12.001>
- Wei, M., Sermipinis, G., & Stasinakis, C. (2023). Forecasting and trading Bitcoin with machine learning techniques and a hybrid volatility/sentiment leverage. *Journal of Forecasting*, 42(4), 852–871. <https://doi.org/10.1002/for.2922>
- Cocco, L., Tonelli, R., & Marchesi, M. (2021). Predictions of bitcoin prices through machine learning based frameworks. *PeerJ Comput Sci*, 7:e413. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.413>. PMID: 33834099; PMCID: PMC8022579.
- McCoy, M., & Rahimi, S. (2020). Prediction of Highly Volatile Cryptocurrency Prices Using Social Media. *International Journal of Computational Intelligence and Applications*, 19(4). <https://doi.org/10.1142/S146902682050025X>
- Sapkota, Niranjana, & Grobys, Klaus (2019). Predicting Cryptocurrency Defaults. SSRN, 23p. <http://doi.org/10.2139/ssrn.3383535>
- Sabry, F., Labda, W., Erbad, A., & Malluhi, Q. (2020). Cryptocurrencies and artificial intelligence: Challenges and opportunities. *IEEE Access*, 8, 175840–175858. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3025211>
- Patel, Jay, Kalariya, Vasu, Parmar, Pushpendra, Tanwar, Sudeep, Kumar, Neeraj, & Alazab, Mamoun (2020). Stochastic Neural Networks For Cryptocurrency Price Prediction. *IEEE Access*, 8, 82804–82818. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2990659>
- Chong, Terence, & Ng, Wing-Kam (2008). Technical analysis and the London stock exchange: Testing the MACD and RSI rules using the FT30. *Applied Economics Letters*, 15(14), 1111–1114. <https://doi.org/10.1080/13504850600993598>
- Caldera, H., & Lavanya, W. (2020). Combinatorial Impact of Technical Indicators on Price Prediction in Colombo Stock Market. 20th International Conference on Advances in ICT for Emerging Regions (ICTer), Colombo, Sri Lanka, 2020. *IEEE Xplore*, 256–261. <https://doi.org/10.1109/ICTer51097.2020.9325500>
- Kouatli, Issam, & Yunis, Manal (2021). A Guide to stock-trading decision Making based on popular Technical Indicators. 2021 International Conference on Decision Aid Sciences and Application (DASA), Sakheer, Bahrain. *IEEE Xplore*, 283–287. <https://doi.org/10.1109/DASA53625.2021.9682337>
- Cohen, Gil (2022). Algorithmic Trading and Financial Forecasting Using Advanced Artificial Intelligence Methodologies. *Mathematics*, 10(18), 3302. <https://doi.org/10.3390/math10183302>
- Szetela, Beata, Mentel, Grzegorz, Mentel, Urszula, & Bilan, Yuriy (2020). Directional Movement Distribution in the Bitcoin Markets. *Engineering Economics*, 31, 188–196. <https://doi.org/10.5755/j01.ee.31.2.25162>
- Cohen, Gil, & Qadan, Mahmoud (2022). The Complexity of Cryptocurrencies Algorithmic Trading. *Mathematics*, 10(12), 2037. <https://doi.org/10.3390/math10122037>
- Drozdvica, Jekaterina (2016). What is TradingView? An Overview of Features and Benefits. Retrieved from: <https://capital.com/what-is-tradingview>

## **A DECISION SUPPORT SOFTWARE SYSTEM FOR CRYPTOCURRENCY TRADERS ON THE TRADING VIEW PLATFORM**

The work carried out a comparative analysis of scientific publications regarding the possibility of predicting the direction of the cryptocurrency exchange rate using the data of open numerical indicators, based on the results of which it can be concluded that due to the volatility of the cryptocurrency market and the need for accurate forecasting, there is a need to create an aggregated indicator that will take into account the current price exchange rate asset, parameters of simple indicators, trading volume, etc. In addition, this indicator will be a parameter for the application of a multi-criteria analysis model in the process of supporting decision-making for cryptocurrency trading. A software decision support system for cryptocurrency traders on the Trading View platform has also been developed, which allows the cryptocurrency trader to get the value of the current situation of the cryptocurrency market in the form of a value using the method of weighting coefficients and selected indicators. Among the selected indicators: RSI, MA, CCI, Stochastic Oscillator, OBV, ADX, CMF to determine the moment of opening a position, and Fibonacci Retracement, Ichimoku Cloud to determine the closing of positions. Taking into account all the indicators and the coefficients determined for them, the obtained range of values is from 0 % to 100 %. If the value of the indicator exceeds the threshold of 20 %, it means that it is necessary to inform the trader about a possible entry point. That is, a value of 20 % to 40 % is weak performance, 40 % to 60 % is medium performance, 60 % to 80 % is strong performance, and a value greater than 80 % will not be overlapped by new pyramiding values for a better overall indicator success rate. The value of the indicator determines the potential effectiveness of opening positions, and thanks to the RSI indicator, the direction of opening positions is determined. The direction of the position is divided into long and short.

An indicator has been developed for the TradingView platform, which, unlike existing simple indicators, collects data from open access and calculates a potential point for opening a position. Obtaining the numerical value of a single indicator saves the trader time to review and analyze a collection of indicators and time to decide on opening a position, as the cryptocurrency market is known for its sudden volatility, where a decision must be made quickly.

**Keywords:** software, cryptocurrencies, decision support system, price prediction, methods of multicriteria analysis.

---

### **Інформація про авторів:**

**Безсмольний Юрій Володимирович**, студент, кафедра програмного забезпечення. **Email:** yurii.bezsmolnyi.mnpzm.2022@lpnu.ua; <https://orcid.org/0009-0001-4500-6743>

**Сенів Максим Михайлович**, канд. техн. наук, доцент, кафедра програмного забезпечення. **Email:** maksym.m.seniv@lpnu.ua; <https://orcid.org/0000-0003-1044-4628>

**Цитування за ДСТУ:** Безсмольний Ю. В., Сенів М. М. Програмна система підтримки прийняття рішень для трейдера криптовалют на платформі Trading View. *Український журнал інформаційних технологій*. 2024, т. 6, № 1. С. 09-16.

**Citation APA:** Bezsmolnyi, Yu. V., & Seniv, M. M.(2024). A decision support software system for cryptocurrency traders on the Trading View platform. *Ukrainian Journal of Information Technology*, 6(1), 09-16. <https://doi.org/10.23939/ujit2024.01.009>