

УДК 336.7

DOI: 10.31732/2663-2209-2022-71-19-30

ПОРІВНЯННЯ СИСТЕМ ПРОГНОЗУВАННЯ НАПРЯМУ ЗМІН КУРСУ ФІНАНСОВОГО ІНСТРУМЕНТУ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОСТИХ, ЕКСПОНЕНЦІЙНИХ ТА ЛІНІЙНО ЗВАЖЕНИХ КОВЗНИХ СЕРЕДНІХ

Вадим Савченко¹

¹Аспірант, ВНЗ «Університет економіки та права «КРОК», м. Київ, Україна, e-mail: SavchenkoVY@krok.edu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4979-7842>

COMPARISON OF SYSTEMS OF FORECASTING THE DIRECTION OF CHANGES IN THE EXCHANGE RATE OF A FINANCIAL INSTRUMENT USING SIMPLE, EXPONENTIAL AND LINEAR WEIGHTED MOVING AVERAGES

Vadym Savchenko¹

¹Postgraduate student, KROK University, Kyiv, Ukraine, e-mail: SavchenkoVY@krok.edu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4979-7842>

Анотація. В ряді сучасних наукових досліджень вказується на той факт, що індикатори технічного аналізу мають різного роду прогнозну силу. Відповідно, торгові системи для роботи на фінансових ринках, побудовані з їх використанням, можуть мати деяку практичну цінність. У цій роботі досліджено певний спектр актуальних питань розробки, тестування та імплементації торговельної системи, що генерує вказівку до виконання біржової операції на основі сигналів індикаторів технічного аналізу, зокрема, експоненційних, зважених та простих ковзних середніх. Проаналізовано роботи сучасних науковців, в яких розглядаються варіанти використання цих індикаторів. В даному контексті метою поточного дослідження є аналіз впливу налаштувань лінійно зважених ковзних середніх та їх комбінацій на прибутковість торговельної системи, а також порівняння результатів такої системи з результатами стратегії, побудованої на комбінації простих і експоненційних ковзних середніх. Для досягнення мети використано загальнонаукові (аналіз, синтез, порівняння, моделювання) та спеціальні (тестування, статистичний аналіз, графічний, табличний) методи дослідження. Виходячи з цього сформувано завдання, що вирішуються застосуванням індикаторів такого роду. Запропоновано методіку відбору середніх ковзних та їх налаштувань при створенні, тестуванні та впровадженні торговельної системи трейдера. Розглянуто кілька підходів до формування та інтерпретації сигналу щодо зміни курсу фінансового активу, що його генерує система. Також в роботі проаналізовано критерії порівняння результатів стратегій на етапі тестування. Розраховано та порівняно результати застосування різних варіантів стратегій, відібрано оптимальні згідно заданих критеріїв відбору. Імітація торговельних операцій виконано для валютної пари EUR/USD, використано тижневі котирування з 1999 по 2023 роки, на основі чого визначено оптимальну комбінацію індикаторів для використання в торговельній стратегії. Окремо зазначено, що система, яка будується на ковзних середніх, має певні недоліки та потребує додаткової оптимізації. Вказано варіанти можливої оптимізації та відповідний інструментарій, який можна проаналізувати. Виходячи з результатів дослідження, зроблено висновок, що підхід до розробки та використання торговельної системи трейдера, який запропоновано, може бути використано для виконання реальних біржових операцій.

Ключові слова: торгова система трейдера, індикатор технічного аналізу, ковзна середня, проста ковзна, експоненційна ковзна, лінійно згладжена ковзна, валютна пара, біржова операція, фінансові ринки.

Формули: 8, рис.: 9, табл.: 7, бібл.: 14

Abstract. Several modern scientific studies point to the fact that technical analysis indicators have a predictive power of various types. Accordingly, trading systems for working in financial markets built using them may have some practical value. This work explores a specific range of topical issues of development, testing, and implementation of a trading system that generates an instruction to execute a stock transaction based on the signals of technical analysis indicators, particularly exponential, weighted, and simple moving averages. The works of modern scientists have been analyzed in which options for using these indicators are considered. In this context, the current research aims to analyze the influence of linearly weighted moving average settings and their combinations on the profitability of the trading system, as well as to compare the results of such a system with the results of a strategy built on a combination of simple and exponential moving averages. General scientific (analysis, synthesis, comparison, modeling) and special (testing, statistical analysis, graphical, tabular) research methods were used to achieve the goal. Based on this, the tasks solved using indicators of this kind were formed. A methodology for selecting moving averages and their settings is proposed when creating, testing, and implementing a trader's trading system. A methodology for selecting moving averages and their settings is proposed when creating, testing, and implementing a trader's trading system. Several approaches to

forming and interpreting the signal regarding the change in the rate of a financial asset generated by the system are considered. The work also analyzes the criteria for comparing the results of strategies at the testing stage. The results of the application of various options of strategies were calculated and compared, and the optimal ones were selected according to the given selection criteria. The simulation of trading operations was performed for the currency pair EUR/USD, and weekly quotes from 1999 to 2023 were used, based on which the optimal combination of indicators for use in the trading strategy was determined. It is also stated that the system, built on moving averages, has shortcomings and needs additional optimization. Variants of possible optimization and the corresponding toolkit that can be analyzed are indicated. Based on the results of the research, it was concluded that the proposed approach to the development and use of the trader's trading system can be used to perform accurate exchange operations.

Keywords: trading system, technical analysis indicator, moving average, simple moving average, exponential moving average, linear weighted moving average, currency pair, stock market operation, financial markets.

Formulas: 8, **fig.:** 9, **tabl.:** 7, **bibl.:** 15

Постановка проблеми. Коректно спрогнозований напрям зміни курсу фінансового активу чи його значення на визначений момент в майбутньому визначає успішність чи не успішність роботи інвестора на ринку. Відповідно, торговець отримує прибуток, якщо фактичний рух чи значення ціни відповідають його прогнозу, інакше – він втрачає свої або клієнтські активи.

Загалом можна виділити два підходи до прогнозування курсу активу: з використанням фундаментального аналізу (макроекономічні показники, бухгалтерська звітність тощо) та з використанням технічного аналізу (ціна активу чи її зміна інтерпретується з використанням математичних формул, генеруючи таким чином своєрідний сигнал, одним з таких індикаторів є ковзна середня). В даній статті ми в деталях розглянемо опції розрахунків та застосування трьох видів ковзної середньої, а саме: простої, експоненційної та зваженої, співставимо результати торгових підходів, які базуються на сигналах, згенерованих даними індикаторами.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проблема прогнозування зміни курсів фінансових активів з використанням технічних індикаторів із зрозумілих причин (доступність інструментів, вища ступінь обізнаності з прикладною стороною питання) більшою мірою вивчається закордонними вченими. Серед актуальних робіт вітчизняних науковців проблему досліджували Бакай Є.І, Кабачий В.В., Маслій Р. В. (2017), які аналізують можливості використання даного індикатора як елемента комплексної

системи в поєднанні з іншими індикаторами для інтрадей торгівлі на валютному ринку на обмеженому часовому діапазоні (2 роки). Мокін В.Б., Жуков С.О., Куперштейн Л.М., та Слободянюк О.В. (2022) в своїй роботі відмічають даний індикатор в переліку тих, які загалом можна використовувати при виконанні технічного аналізу фондового ринку та ринку криптовалют. Пилипченко О.І., Кузьмінський В.З. та Чумаченко О.Г. (2021), які згадують застосування зваженої ковзної середньої як одного із можливих індикаторів для торгівлі на ринку криптовалют. Хобта В.М. та Деревянко В.А. (2022) також вказують зважену ковзну лише як один із можливих варіантів побудови середніх. Щодо закордонних дослідників, то можемо виділити Alonso-Monsalve S. (2020), який в статті розглядає зважену середню як один із індикаторів для побудови алгоритму для інтрадей торгівлі на ринку криптовалют та подальшого порівняння їх результативності, при цьому не описано налаштування, обрані для роботи індикатора. Altan A. та Karasu S. (2019) в своїй роботі опираються на зважену ковзну та осцилятор ССІ як основні індикатори для побудови алгоритму машинного навчання для торгівлі USD/TRY та EUR/TRY. Zhang Z., Zohren S., Stephen R. (2020) використовують індикатор як інструмент для побудови іншого авторського індикатора для подальшого використання в розробці алгоритму машинного навчання для торгівлі широким спектром ф'ючерсних контрактів (сировини, біржові індекси, форекс). Akyildirim E., Goncu A., & Sensoy A. (2021) також використовують

зважену ковзну як один із індиктарів для побудови машинного алгоритму, щоправда використовують його для інтрадейної торгівлі криптовалютами.

Проаналізувавши дослідження, дотичні до нашої тематики, можемо зробити висновок про те, що питання прикладного використання лінійно зваженої ковзної середньої для прогнозування змін курсу активу та побудови торгової системи на основі її сигналів не розкрито, та наразі має певний простір для досліджень, а саме:

1) не проаналізовано поведінку стратегій на основі лінійно зваженої ковзної середньої на тривалих часових проміжках (понад 5 років),

2) не розкривається варіанти налаштування індикатора та причини вибору саме таких параметрів;

3) в інших випадках – індикатор використовується для написання алгоритму машинного навчання в комбінації з іншими інструментами, при цьому не описуються фінальні параметри налаштувань та причини відбору саме такої конфігурації.

Формулювання цілей статті.

Метою дослідження є виявити залежність між налаштуваннями лінійно зваженої ковзної середньої та результатами виконання торгових операцій, а також порівняти результативність систем, що базуються на простих, експоненційних та лінійно зважених ковзних середніх.

Викладення основного матеріалу статті.

Технічні індикатори. Технічний індикатор – інструмент, отриманий перетворенням математичним шляхом інформації про ціну активу на заданому часовому проміжку. Для розрахунку індикатора можуть використовуватись ціни відкриття (open price), закриття (close price), максимуму (maximum price) та мінімуму (minimum price). Аналіз історичних даних про ціни відповідного активу з використанням технічних індикаторів дає трейдеру можливість передбачати зміни курсу активу (та/або напрям такої зміни).

Індикатори технічного аналізу за функціональними особливостями

поділяють на індикатори волатильності, випереджаючі та трендові. Ковзна середня (англ. “moving average”, надалі MA) є трендовим індикатором. За рахунок згладжування ціни за вказаний в налаштуваннях період, відбувається фільтрація різких цінових рухів та визначення напрямку тренду (ChartSchool, n.d.)

Розрахунок та налаштування індикатора. Є наступні підходи до побудови ковзних середніх: простий (SMA, simple moving average), експоненційний (EMA, exponential moving average) та лінійно-зважений (LWMA, linear-weighted moving average). В рамках даної роботи ми будемо використовувати LWMA.

Лінійно-зважена середня ковзна розраховується за формулою (MetaTrader4, n.d.):

$$LWMA_n = \frac{\sum_{i=1}^n P_i * W_i}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad (1)$$

де n – кількість періодів, на яких розраховується EMA, P_i – котирування активу в періоді i (в наших розрахунках це буде саме ціна закриття). Для розрахунку лінійно зваженої ковзної ваговим коефіцієнтом вважатимемо порядковий номер тижня в діапазоні розрахунку індикатора.

Під періодом індикатора розуміють кількість часових інтервалів, на яких його розраховують. В даній роботі ми розраховуємо значення середньої для періодів 2-51 та перевіримо, які з них найкраще задовольняють визначеним критеріям. Модель та тестування буде виконуватись на тижневих графіках на діапазоні 22 роки для активу EUR/USD.

Дані для розрахунків, побудови та тестування системи взято за період 1999 – 2023рр., та розділено у відношенні 80% для побудови системи (1999-2017рр.) та 20% для її перевірки (2018-2023рр.)

Сигнал для виконання операції. В даній роботі розглядаються такі підходи до інтерпретації сигналів для виконання операції: підхід слідування за ковзною (позиція на продаж відкривається при руху ковзної вниз, на купівлю – відповідно, вверх) та перетин ковзних (позиція на продаж відкривається при перетині індикатором з коротким періодом

індикатора з довгим періодом зверху-вниз, а на купівлю – відповідно, навпаки).

Критерії порівняння стратегій. Для порівняння ефективності стратегій можна використовувати показники Profit factor (PF) та Total net profit (TNP). Торгова стратегія вважається доцільною до використання, якщо співвідношення суми результатів всіх прибуткових операцій до суми результатів всіх збиткових PF становить понад 75% при загальному позитивному результаті TNP (Quantified Strategies, n.d.) Відповідні формули:

1) Profit factor (PF):

$$PF = \frac{Q_{pr.tr.}}{Q_{l.tr.}} \times 100\%, \quad (2)$$

де GP – gross profit (загальний результат), $Q_{pr.tr.}$ – quantity of profitable trades (кількість прибуткових операцій), $Q_{l.tr.}$ – quantity of trades with loss (кількість збиткових операцій);

2) Total net profit (TNP) (Бакай, Є.І. та ін., 2017):

$$TNP = GP - GL, \quad (3)$$

де GP – gross profit (загальний результат), GL – gross loss (загальні втрати).

Додатково використаємо наступний критерій: стратегія має максимальне значення коефіцієнта асиметрії при максимальному середньому (Савченко, В.Ю., 2023).

Інформаційно-технічна база. Для розрахунків буде використано історію котирувань із програмного комплексу MetaTrader4, обробку яких буде виконано в MS Office Excel.

Побудова стратегій. Розрахуємо лінійно зважені ковзні середні на діапазоні 1999-2017рр., використавши періоди розрахунку 2-55 та потенційний прибуток, опираючись на стратегію слідування. Результати відображено в таблиці нижче. Для відбору індикаторів для подальшої роботи будемо використовувати три часові горизонти: 1-2 місяці (або 4-8 тижнів, короткий горизонт), 5-6 місяців (або 20-26 тижнів, середньостроковий горизонт), 9-12 місяців (або понад 36 тижнів, довгостроковий горизонт).

Додатково розрахуємо для результатів застосування даних стратегій показники дискриптивної статистики, наведені нижче (Раєвнева, О.В. та ін., 2019).

Таблиця 1. Параметри дискриптивної статистики

Параметр	Формула	Пояснення
Середнє арифметичне	$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{n} \quad (4)$	x_i – значення елемента сукупності, n – кількість елементів сукупності
Середнє квадратичне відхилення	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (5)$	x – значення елемента сукупності, \bar{x} – середнє арифметичне
Асиметрія	$As = \frac{\mu_3}{\sigma^3} \quad (6)$ $\mu_k = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^k}{n} \quad (7)$	μ – центральний момент розподілу порядку k , x_i – значення елемента сукупності, \bar{x} – середнє арифметичне, σ – середнє квадратичне відхилення
Експес	$E_x = \frac{\mu_4}{\sigma^4} - 3 \quad (8)$	μ – центральний момент розподілу, σ – середнє квадратичне відхилення
Мінімум (Min)	-	Мінімальне значення ознаки, що зустрічається в сукупності
Максимум (Max)	-	Максимальне значення ознаки, що зустрічається в сукупності
Мода (Mo)	-	Значення ознаки, що найчастіше зустрічається в сукупності
Медіана (Me)	$n_{Me} = \frac{N+1}{2} \quad (9)$	N – кількість елементів у сукупності
Кількість подій	-	Обсяг сукупності, N

Результати розрахунків подамо в Таблиці 2, наведеній нижче.

Таблиця 2. Результати застосування торгових стратегій з використанням однієї ковзної середньої на тестовому діапазоні

LWMA	TNP	PF, %	\bar{x}	σ	As	E_x	Min	Max	Mo	Me
2	- 2810	100,42	-0,0003	0,0170	0,1759	1,5065	- 0,0746	0,0783	- 0,0021	0,0001
3	- 492	100,85	-0,0001	0,0170	0,1522	1,4952	- 0,0746	0,0783	- 0,0060	0,0001
4	585	101,49	0,0001	0,0170	0,1481	1,4863	- 0,0746	0,0783	- 0,0060	0,0001
5	4919	107,47	0,0005	0,0170	0,1066	1,4787	- 0,0746	0,0783	- 0,0060	0,0006
6	4460	105,45	0,0005	0,0170	0,0885	1,4800	- 0,0746	0,0783	- 0,0060	0,0005
7	3834	103,90	0,0004	0,0170	0,0222	1,4837	- 0,0746	0,0783	- 0,0060	0,0004
8	7930	107,27	0,0008	0,0170	0,1999	1,4480	- 0,0644	0,0783	- 0,0021	0,0006
9	3217	103,02	0,0003	0,0170	0,0654	1,4725	- 0,0732	0,0783	- 0,0021	0,0002
10	2800	103,25	0,0003	0,0170	0,0424	1,4828	- 0,0732	0,0783	- 0,0060	0,0002
11	1228	101,29	0,0001	0,0170	0,0464	1,4871	- 0,0732	0,0783	- 0,0060	0,0001
12	1803	103,70	0,0002	0,0170	0,0314	1,4831	- 0,0732	0,0783	- 0,0060	0,0002
13	100	101,72	0,0000	0,0170	0,0322	1,4995	- 0,0732	0,0783	- 0,0060	0,0001
14	1852	105,49	0,0002	0,0170	0,0153	1,4963	- 0,0732	0,0783	- 0,0060	0,0005
15	43	102,60	0,0000	0,0170	- 0,0029	1,4921	- 0,0732	0,0783	- 0,0021	0,0002
16	239	103,71	0,0002	0,0170	- 0,0023	1,4884	- 0,0732	0,0783	- 0,0021	0,0004
17	1478	104,39	0,0002	0,0170	- 0,0001	1,4867	- 0,0732	0,0783	- 0,0021	0,0004
18	3227	105,52	0,0003	0,0170	- 0,0150	1,4897	- 0,0732	0,0783	- 0,0021	0,0005
19	3677	106,67	0,0004	0,0170	- 0,0205	1,4876	- 0,0732	0,0783	- 0,0021	0,0006
20	1309	101,52	0,0001	0,0170	0,0101	1,4872	- 0,0732	0,0783	- 0,0021	0,0001
21	2819	103,95	0,0003	0,0170	- 0,0074	1,4855	- 0,0732	0,0783	- 0,0021	0,0003
22	2965	103,73	0,0003	0,0171	- 0,0290	1,4858	- 0,0732	0,0783	- 0,0021	0,0004
23	3292	104,86	0,0004	0,0171	- 0,0527	1,4853	- 0,0732	0,0783	- 0,0021	0,0005
24	2389	106,01	0,0004	0,0171	- 0,1015	1,4859	- 0,0732	0,0783	- 0,0021	0,0006
25	3120	103,97	0,0003	0,0171	- 0,0919	1,4962	- 0,0732	0,0783	- 0,0021	0,0004
26	4970	104,66	0,0005	0,0170	- 0,0681	1,5134	- 0,0732	0,0783	- 0,0021	0,0005
27	5318	103,98	0,0006	0,0170	- 0,0650	1,5168	- 0,0732	0,0783	- 0,0021	0,0004
28	5451	104,67	0,0006	0,0170	- 0,0683	1,5217	- 0,0732	0,0783	0,0016	0,0005
29	5903	103,99	0,0006	0,0170	- 0,0757	1,5320	- 0,0732	0,0783	0,0016	0,0004
30	6789	104,22	0,0007	0,0170	- 0,0798	1,5531	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0004
31	4878	101,76	0,0005	0,0170	- 0,1057	1,5524	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0001
32	4372	101,98	0,0005	0,0170	- 0,1176	1,5487	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0001
33	4422	100,88	0,0005	0,0170	- 0,0614	1,5416	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0001
34	3328	99,35	0,0004	0,0170	- 0,0766	1,5541	- 0,0732	0,0783	0,0086	- 0,0001
35	5285	101,7	0,0006	0,0170	- 0,0821	1,5645	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0001
36	4423	102,44	0,0005	0,0170	- 0,0875	1,5578	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0002
37	4013	103,57	0,0004	0,0170	- 0,0990	1,5557	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0003
38	4499	104,26	0,0005	0,0170	- 0,1024	1,5530	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0004
39	4578	104,49	0,0005	0,0170	- 0,1040	1,5542	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0004
40	3644	103,36	0,0004	0,0170	- 0,0948	1,5521	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0002
41	3903	104,04	0,0004	0,0170	- 0,0959	1,5485	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0004
42	3175	104,28	0,0004	0,0171	- 0,1413	1,5452	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0004
43	4052	105,44	0,0004	0,0171	- 0,1527	1,5460	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0005
44	4122	105,68	0,0005	0,0171	- 0,1541	1,5416	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0005
45	3612	105,45	0,0004	0,0170	- 0,1540	1,5561	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0005
46	2443	104,30	0,0003	0,0171	- 0,1476	1,5489	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0004
47	2521	105,00	0,0003	0,0170	- 0,1487	1,5601	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0005
48	2282	105,71	0,0003	0,0171	- 0,1567	1,5555	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0005
49	3277	107,85	0,0004	0,0171	- 0,1580	1,5626	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0007
50	1980	106,19	0,0002	0,0171	- 0,1455	1,5549	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0006
51	2048	106,44	0,0002	0,0171	- 0,1456	1,5556	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0006
52	2568	107,16	0,0003	0,0171	- 0,1529	1,5535	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0007
53	3326	108,37	0,0004	0,0171	- 0,1612	1,5709	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0008
54	2985	107,18	0,0003	0,0171	- 0,1549	1,5644	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0007
55	2783	106,47	0,0003	0,0171	- 0,1495	1,5638	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0006

Пояснення до таблиці: Період LWMA – період усереднення, використаний при розрахунку ковзної, TNP – total net profit (загальний чистий прибуток, дол. США), PF – profit factor (профiт фактор), \bar{x} – середнє арифметичнє, σ – середнє квадратичнє відхилення, As – асиметрія, E_x – ексцес, Min – мінімальнє значення, Max – максимальнє значення, Mo – мода, Me – Медіана. Значення \bar{x} , σ , As, E_x , Min, Max, Mo, Me вказані в пунктах, для переведення в дол. США потрібно помножити значення на 10000.

Як бачимо, при відборі за PF та TNP на короткостроковому горизонті найкращий результат демонструє 8LWMA (TNP = 7930 дол. США та PF = 107,27%), на середньостроковому – 19LWMA (TNP = 3677 дол. США та PF = 106,67%), на довгостроковому – 53LWMA (TNP = 3326 дол. США та PF = 108,37%). В порівнянні з результатами, які були розраховані для простих та експоненційних середніх [6], можемо відмітити, що коротка зважена ковзна демонструє кращий результат (6SMA мала TNP = 5516 дол. США та PF = 104,11%, а 4EMA – TNP = 5424 дол. США та PF = 109,27%), середньострокова – має кращі результати, ніж експоненційна (19EMA мала TNP = 2506 дол. США та PF = 102,13%), але гірший, ніж проста (20SMA мала TNP = 10805 дол. США та PF = 109,23%), довгострокова – має гірші результати, ніж експоненційна ковзна (51EMA з TNP = 6630 дол. США та PF = 112,08%) та проста (39SMA з TNP = 4520 дол. США та PF = 113,62%) відповідно. При відборі за критеріями Mx та As на

короткостроковому періоді кращою є 8LWMA (Mx = 0,0008 та As = 0,1999), а на середньостроковому – 19LWMA (Mx = 0,0004 та As = -0,0205), що співпадає з попередніми критеріями відбору, при цьому на довгостроковому періоді умовам оптимальності відповідає 35LWMA (Mx = 0,0006 та As = -0,0821).

Згідно заданих нами критеріїв оптимальності відберемо 4 ковзних для побудови комбінованих стратегій. В розрахунках використаємо додатково по 3 індикатори, які використовувались для пошуку кращих стратегій серед експоненційних та простих ковзних. В підсумку ми порівнюємо результати комбінаторних стратегій та стратегій слідування на тестовому періоді з використанням таких індикаторів: 4EMA, 19EMA, 51EMA, 6SMA, 20SMA, 39SMA, 8LWMA, 19LWMA, 36LWMA, 53LWMA. При використанні комбінацій ковзних під сигналами розглядаємо варіанти, які описані в таблиці нижче.

Таблиця 3. Комбінації індикаторів та сигнал до виконання операції

Комбінація індикаторів	Сигнал	Комбінація індикаторів	Сигнал
<i>Використання трьох ковзних (узгодження трендів трьох рівнів)</i>		8LWMA>19EMA<35LWMA	Не входить
8LWMA>19LWMA>53LWMA	Купівля	8LWMA<19EMA>35LWMA	Не входить
8LWMA<19LWMA<53LWMA	Продаж	8LWMA>20SMA>35LWMA	Купівля
8LWMA>19LWMA<53LWMA	Не входить	8LWMA<20SMA<35LWMA	Продаж
8LWMA<19LWMA>53LWMA	Не входить	8LWMA>20SMA<35LWMA	Не входить
4EMA>19LWMA>53LWMA	Купівля	8LWMA<20SMA>35LWMA	Не входить
4EMA<19LWMA<53LWMA	Продаж	4EMA>20SMA>53LWMA	Купівля
4EMA>19LWMA<53LWMA	Не входить	4EMA<20SMA<53LWMA	Продаж
4EMA<19LWMA>53LWMA	Не входить	4EMA>20SMA<53LWMA	Не входить
6SMA>19LWMA>53LWMA	Купівля	4EMA<20SMA>53LWMA	Не входить
6SMA<19LWMA<53LWMA	Продаж	4EMA>20SMA>35LWMA	Купівля
6SMA>19LWMA<53LWMA	Не входить	4EMA<20SMA<35LWMA	Продаж
6SMA<19LWMA>53LWMA	Не входить	4EMA>20SMA<35LWMA	Не входить
8LWMA>19EMA>51EMA	Купівля	6SMA>19EMA>53LWMA	Купівля
8LWMA<19EMA<51EMA	Продаж	6SMA<19EMA<53LWMA	Продаж
8LWMA>19EMA<51EMA	Не входить	6SMA>19EMA<53LWMA	Не входить
8LWMA<19EMA>51EMA	Не входить	6SMA<19EMA>53LWMA	Не входить
8LWMA>20SMA>39SMA	Купівля	6SMA>19EMA>35LWMA	Купівля
8LWMA<20SMA<39SMA	Продаж	6SMA<19EMA<35LWMA	Продаж
8LWMA>20SMA<39SMA	Не входить	6SMA>19EMA<35LWMA	Не входить
8LWMA<20SMA>39SMA	Не входить	6SMA<19EMA>35LWMA	Не входить
6SMA>20SMA>53LWMA	Купівля	6SMA<19EMA>35LWMA	Не входить
6SMA<20SMA<53LWMA	Продаж	<i>Використання двох ковзних (узгодження трендів двох рівнів):</i>	
6SMA>20SMA<53LWMA	Не входить	8LWMA>19LWMA	Купівля
6SMA<20SMA>53LWMA	Не входить	8LWMA<19LWMA	Продаж
4EMA>19EMA>53LWMA	Купівля	8LWMA>53LWMA	Купівля
4EMA<19EMA<53LWMA	Продаж	8LWMA<53LWMA	Продаж
4EMA>19EMA<53LWMA	Не входить	19LWMA>53LWMA	Купівля

Комбінація індикаторів	Сигнал	Комбінація індикаторів	Сигнал
4EMA<19EMA>53LWMA	Не входить	19LWMA<53LWMA	Продаж
8LWMA>19EMA>53LWMA	Купівля	4EMA>19LWMA	Купівля
8LWMA<19EMA<53LWMA	Продаж	4EMA<19LWMA	Продаж
8LWMA>19EMA<53LWMA	Не входить	4EMA>53LWMA	Купівля
8LWMA<19EMA>53LWMA	Не входить	4EMA<53LWMA	Продаж
8LWMA>20SMA>53LWMA	Купівля	6SMA>19LWMA	Купівля
8LWMA<20SMA<53LWMA	Продаж	6SMA<19LWMA	Продаж
8LWMA>20SMA<53LWMA	Не входить	6SMA>53LWMA	Купівля
8LWMA<20SMA>53LWMA	Не входить	6SMA<53LWMA	Продаж
8LWMA>19LWMA>35LWMA	Купівля	8LWMA>19EMA	Купівля
8LWMA<19LWMA<35LWMA	Продаж	8LWMA<19EMA	Продаж
8LWMA>19LWMA<35LWMA	Не входить	8LWMA>51EMA	Купівля
8LWMA<19LWMA>35LWMA	Не входить	8LWMA<51EMA	Продаж
4EMA>19LWMA>35LWMA	Купівля	8LWMA>20SMA	Купівля
4EMA<19LWMA<35LWMA	Продаж	8LWMA<20SMA	Продаж
4EMA>19LWMA<35LWMA	Не входить	8LWMA>39SMA	Купівля
4EMA<19LWMA>35LWMA	Не входить	8LWMA<39SMA	Продаж
6SMA>19LWMA>35LWMA	Купівля	8LWMA>35LWMA	Купівля
6SMA<19LWMA<35LWMA	Продаж	8LWMA<35LWMA	Продаж
6SMA>19LWMA<35LWMA	Не входить	19LWMA>35LWMA	Купівля
6SMA<19LWMA>35LWMA	Не входить	19LWMA<35LWMA	Продаж
6SMA>20SMA>35LWMA	Купівля	4EMA>35LWMA	Купівля
6SMA<20SMA<35LWMA	Продаж	4EMA<35LWMA	Продаж
6SMA>20SMA<35LWMA	Не входить	20SMA>53LWMA	Купівля
6SMA<20SMA>35LWMA	Не входить	20SMA<53LWMA	Продаж
4EMA>19EMA>35LWMA	Купівля	20SMA>35LWMA	Купівля
4EMA<19EMA<35LWMA	Продаж	20SMA<35LWMA	Продаж
4EMA>19EMA<35LWMA	Не входить	19EMA>53LWMA	Купівля
4EMA<19EMA>35LWMA	Не входить	19EMA<53LWMA	Продаж
8LWMA>19EMA>35LWMA	Купівля	19EMA>35LWMA	Купівля
8LWMA<19EMA<35LWMA	Продаж	19EMA<35LWMA	Продаж

Пояснення до таблиці: Комбінація індикаторів – індикатори, значення яких поєднуються для прийняття рішення про здійсненні біржової операції, Сигнал до виконання операції – очікувана дія трейдера у відповідності до напрямку руху курсу фінансового активу.

Результати виконаних торгових симуляцій відобразимо в таблиці 4.

Таблиця 4. Результати застосування стратегій на тестовому періоді

Стратегія	TNP	PF, %	\bar{x}	σ	As	Ex	Min	Max	Mo	Me
8L+19L+53L	2991	108,22	0,0005	0,0176	- 0,1692	1,7562	- 0,0732	0,0783	- 0,0114	0,0008
4E+19L+53L	1886	105,42	0,0003	0,0174	- 0,1371	1,8686	- 0,0732	0,0783	- 0,0019	0,0005
6S+19L+53L	3377	107,46	0,0006	0,0176	- 0,1400	1,7885	- 0,0732	0,0783	- 0,0114	0,0006
8L+19E+51E	4923	113,58	0,0007	0,0173	- 0,2198	1,3425	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0014
8L+20S+39S	3534	111,15	0,0006	0,0175	- 0,2044	1,4237	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0013
6S+20S+53L	2933	110,78	0,0005	0,0173	- 0,1884	1,6017	- 0,0732	0,0783	0,0001	0,0004
4E+19E+53L	3037	105,31	0,0004	0,0171	- 0,1284	1,7271	- 0,0732	0,0783	0,0001	0,0006
8L+19E+53L	3683	106,27	0,0005	0,0174	- 0,1061	1,5989	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0013
8L+20S+53L	3296	111,28	0,0006	0,0174	- 0,1975	1,5534	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0013
8L+19L	4223	104,62	0,0005	0,0170	- 0,1216	1,5024	- 0,0732	0,0783	- 0,0021	0,0006
8L+53L	3024	105,73	0,0003	0,0171	- 0,1534	1,5557	- 0,0732	0,0783	- 0,0060	0,0005
19L+53L	2342	106,21	0,0003	0,0171	- 0,1179	1,5503	- 0,0732	0,0783	0,0001	0,0005
4E+19L	1757	101,08	0,0002	0,0170	- 0,0745	1,4910	- 0,0732	0,0783	- 0,0021	0,0001
4E+53L	2506	103,86	0,0003	0,0171	- 0,1352	1,5520	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0004
6S+19L	4599	102,83	0,0005	0,0170	- 0,0739	1,4984	- 0,0732	0,0783	- 0,0021	0,0002
6S+53L	2986	103,40	0,0003	0,0171	- 0,1355	1,5541	- 0,0732	0,0783	- 0,0060	0,0002
8L+19E	6920	107,49	0,0007	0,0170	- 0,0718	1,5021	- 0,0732	0,0783	- 0,0060	0,0009
8L+51E	2928	107,95	0,0003	0,0170	- 0,1505	1,4961	- 0,0732	0,0783	- 0,0005	0,0010
8L+20S	5843	106,21	0,0006	0,0170	- 0,0344	1,4932	- 0,0732	0,0783	- 0,0060	0,0007
8L+39S	3419	102,44	0,0004	0,0170	- 0,0884	1,5478	- 0,0732	0,0783	- 0,0060	0,0002
8L+19L+36L	3620	106,07	0,0006	0,0174	- 0,1364	1,7738	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0006
4E+19L+36L	2667	103,51	0,0004	0,0171	- 0,1089	1,9984	- 0,0732	0,0783	- 0,0021	0,0004
6S+19L+36L	3975	104,17	0,0006	0,0174	- 0,1065	1,7895	- 0,0732	0,0783	- 0,0114	0,0004
6S+20S+36L	3148	107,62	0,0005	0,0174	- 0,0918	1,8143	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0009

Стратегія	TNP	PF, %	\bar{x}	σ	As	Ex	Min	Max	Mo	Me
4E+19E+36L	2667	103,51	0,0004	0,0171	- 0,1089	1,9984	- 0,0732	0,0783	- 0,0021	0,0004
8L+19E+36L	3620	105,75	0,0006	0,0174	- 0,1364	1,7738	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0006
8L+20S+36L	3553	108,36	0,0006	0,0175	- 0,1014	1,7779	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0009
8L+36L	4829	104,47	0,0005	0,0170	- 0,0699	1,5614	- 0,0732	0,0783	- 0,0060	0,0004
19L+36L	3429	103,11	0,0004	0,0170	- 0,0763	1,5579	- 0,0732	0,0783	0,0001	0,0002
4E+36L	3705	102,66	0,0004	0,0170	- 0,0708	1,5582	- 0,0732	0,0783	- 0,0060	0,0002
8L+19L+35L	6490	111,46	0,0010	0,0174	- 0,1423	1,8171	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0012
4E+19L+35L	5537	109,27	0,0008	0,0171	- 0,1132	1,9820	- 0,0732	0,0783	- 0,0021	0,0008
6S+19L+35L	6678	110,13	0,0010	0,0175	- 0,1113	1,7753	- 0,0732	0,0783	- 0,0114	0,0009
6S+20S+35L	1037	106,15	0,0002	0,0174	- 0,2877	0,9788	- 0,0732	0,0578	0,0086	0,0008
4E+19E+35L	7414	108,81	0,0009	0,0168	- 0,0480	1,7377	- 0,0732	0,0783	- 0,0060	0,0007
8L+19E+35L	8060	109,64	0,0010	0,0168	- 0,0311	1,7471	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0010
8L+20S+35L	1442	106,95	0,0003	0,0174	- 0,2996	0,9883	- 0,0732	0,0578	0,0086	0,0009
8L+35L	6250	104,70	0,0007	0,0170	- 0,0306	1,5560	- 0,0732	0,0783	- 0,0060	0,0005
19L+35L	9002	111,32	0,0010	0,0170	- 0,0835	1,5759	- 0,0732	0,0783	0,0001	0,0011
4E+35L	4648	104,24	0,0005	0,0170	- 0,0790	1,5583	- 0,0732	0,0783	- 0,0060	0,0004
4E+20S+53L	2060	107,43	0,0004	0,0172	- 0,2166	1,6196	- 0,0732	0,0783	- 0,0114	0,0010
4E+20S+35L	297	103,07	0,0001	0,0171	- 0,3320	1,0513	- 0,0732	0,0578	- 0,0114	0,0004
6S+19E+53L	3691	106,30	0,0005	0,0173	- 0,1205	1,6262	- 0,0732	0,0783	0,0001	0,0006
6S+19E+35L	8068	109,62	0,0010	0,0168	- 0,0437	1,7718	- 0,0732	0,0783	- 0,0060	0,0009
20S+53L	1456	108,12	0,0002	0,0171	- 0,2215	1,5511	- 0,0746	0,0783	0,0086	0,0008
20S+35L	-2644	101,54	- 0,0003	0,0170	- 0,3347	1,5241	- 0,0783	0,0578	0,0086	0,0001
19E+53L	2014	105,26	0,0002	0,0171	- 0,1185	1,5491	- 0,0732	0,0783	0,0086	0,0005
19E+35L	9886	109,90	0,0011	0,0170	0,0137	1,5551	- 0,0732	0,0783	- 0,0060	0,0009

Пояснення до таблиці: **Стратегія** – комбінація індикаторів, які були використані для генерування сигналу, **TNP** – total net profit (загальний чистий прибуток, дол. США), **S** – використане скорочення для SMA, **E** – використане скорочення для EMA, **L** – використане скорочення для LWMA, **PF** – profit factor (профiт фактор, %), \bar{x} – середнє арифметичне, σ – середнє квадратичне відхилення, **As** – асиметрія, **Ex** – ексцес, **Min** – мінімальне значення, **Max** – максимальне значення, **Mo** – мода, **Me** – медіана. Значення \bar{x} , σ , As, Ex, Min, Max, Mo, Me вказані в пунктах, для переведення в дол. США потрібно помножити значення на 10000.

На основі отриманих результатів оберемо по 3 кращих стратегії за кожною групою критеріїв відбору. За критерієм PF та TNP (далі по тексту «група 1») у вибірку потрапляють такі стратегії:

8LWMA+19EMA+51EMA (PF = 113,58%, TNP = 4923 дол. США);

8LWMA+19LWMA+35LWMA (PF = 111,46%, TNP = 6490 дол. США);

19LWMA+35LWMA (PF = 111,32%, TNP = 9002 дол. США).

А за критерієм As та \bar{x} – відповідно, такі (далі по тексту «група 2»):

19EMA+35LWMA (\bar{x} = 0,0011 та As = 0,0137);

8LWMA+19EMA+35LWMA (\bar{x} = 0,0010 та As = -0,0311);

6SMA+19EMA+35LWMA (\bar{x} = 0,0010 та As = -0,0437).

На даному етапі аналізу можемо відмітити, що:

В обох групах відібраних стратегій фігурують ті, що містять 35LWMA, яка була відібрана як оптимальна на основі

коефіцієнтів асиметрії та середнього значення. Це може вказувати на те, що такий критерій відбору є робочим інструментом;

Максимальний PF не завжди співпадає з максимальним TNP, що вказує на те, що дані критерії відбору мають бути посилені іншими критеріями;

В стратегій групи 2 значення PF та TNP співставні зі значеннями цих показників у групі 1, при цьому значення середнього у групі 1 є співставним із середнім групи 2 тільки для стратегій 19LWMA+35LWMA та 8LWMA+19LWMA+35LWMA, а от значення коефіцієнта асиметрії є значно нижчим за його значення у групі 2 (мінімальне значення As для 2 групи - 0,0437, а максимальне для групи 1 рівне - 0,0835). Це також може вказувати на те, що коефіцієнт асиметрії є робочим критерієм відбору.

Візуалізуємо графічно розподіл у часі результатів для даних стратегій.

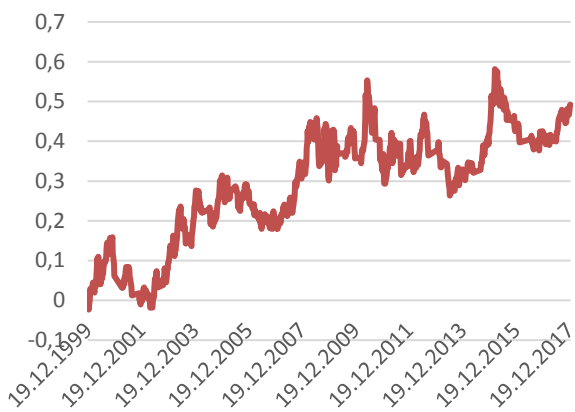


Рис. 1. Кумулятивний результат з використанням 8LWMA, 19EMA та 51EMA, дол. США

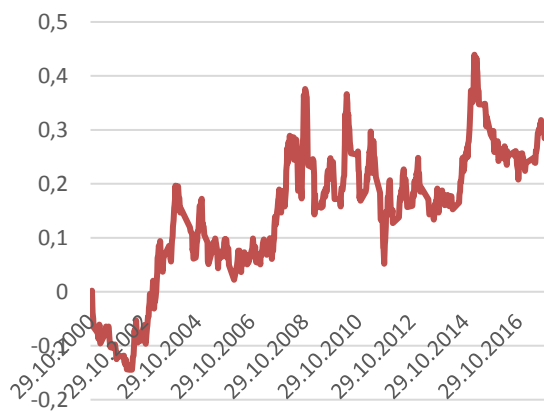


Рис. 2. Кумулятивний результат з використанням 8LWMA, 19LWMA та 35LWMA, дол. США

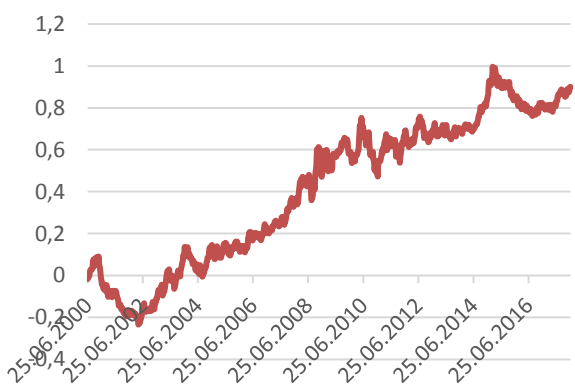


Рис. 3. Кумулятивний результат з використанням 19LWMA та 35LWMA, дол. США

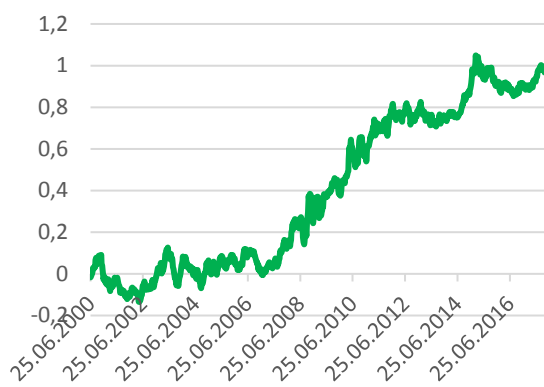


Рис. 4. Кумулятивний результат з використанням 19EMA та 35LWMA, дол. США

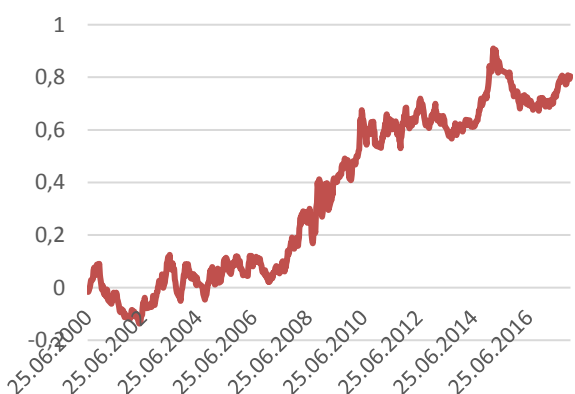


Рис. 5. Кумулятивний результат з використанням 8LWMA, 19EMA та 35LWMA, дол. США

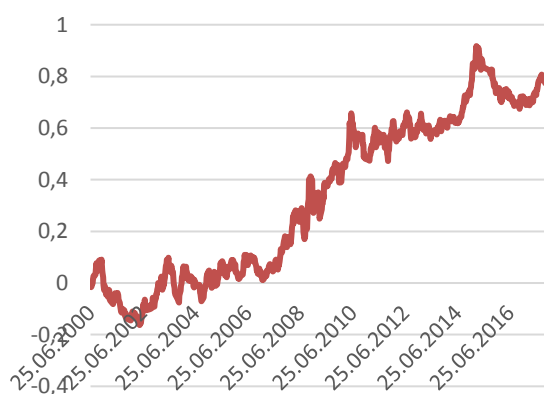


Рис. 6. Кумулятивний результат з використанням 6SMA, 19EMA та 35LWMA, дол. США

Джерело: на основі даних, розрахованих автором

По даним графікам можемо зробити наступні висновки:

Всі 6 стратегій демонструють постійний приріст накопиченого результату, з певними коливаннями відносно лінії тренду;

Додавання в систему 35 лінійно зваженої ковзної стабілізує результативність стратегії, що відображається на тредовій поведінці графіків 3, 4, 5, 6;

Включення в систему 8LWMA збільшує розкид результатів відносно лінії тренду, що відображається на графіках 1, 2 та певною мірою 5;

Система, яка побудована з використанням трьох лінійно зважених ковзних, демонструє найбільший розкид

відносно лінії тренду (графік 2). В той же час, системи, які побудовані з використанням ковзних різних періодів різної методики згладжування (SMA, EMA, LWMA) – мають менший розкид результатів щодо лінії тренду.

Відберемо по 3 кращих стратегії за обраними групами критеріїв та перевіримо результат їх застосування на діапазоні 01.01.2018р. – 31.08.2023р. Також порівняємо їх результати із результатами кращої стратегії, побудованої на основі експоненційних середніх (4EMA+51EMA). Для результатів всіх симуляцій розрахуємо показники дискриптивної статистики, аналогічно тому, як ми їх рахували для тестового діапазону.

Таблиця 6. Результати застосування стратегій на періоді перевірки

Стратегія	TNP	PF, %	\bar{x}	σ	As	Ex	Min	Max	Mo	Me
8L	-829	96	-0,0003	0,0114	-0,2238	2,1500	-0,0482	0,0426	-0,0041	-0,0006
19L	-2271	96	-0,0008	0,0113	-0,5636	2,0344	-0,0482	0,0324	-0,0041	-0,0005
35L	508	113,04	0,0002	0,0114	-0,6596	2,2114	-0,0482	0,0324	-0,0041	0,0006
36L	597	111,51	0,0002	0,0114	-0,6617	2,2192	-0,0482	0,0324	-0,0041	0,0006
53L	1238	113,04	0,0004	0,0114	-0,2292	2,2102	-0,0482	0,0479	-0,0041	0,0006
8L+19E+51E	631	104,5	0,0003	0,0120	-0,0131	2,2758	-0,0482	0,0479	-0,0041	0,0002
8L+19L+35L	969	109,57	0,0004	0,0119	-0,0655	2,0993	-0,0289	0,0479	-0,0041	0,0005
19L+35L	1325	112,32	0,0005	0,0113	-0,0565	2,2292	-0,0482	0,0479	-0,0041	0,0005
19E+35L	-577	104,9	-0,0002	0,0113	-0,5190	2,1779	-0,0482	0,0324	-0,0041	0,0002
8L+19E+35L	383	107,41	0,0001	0,0110	-0,3148	1,6781	-0,0482	0,0324	-0,0041	0,0003
6S+19E+35L	309	108,21	0,0001	0,0110	-0,3157	1,6580	-0,0482	0,0324	-0,0041	0,0003
4E+51E	1543	112,32	0,0005	0,0113	-0,0501	2,2534	-0,0482	0,0479	-0,0041	0,0005

Пояснення до таблиці: **Стратегія** – комбінація індикаторів, які були використані для генерування сигналу, **TNP** – total net profit (загальний чистий прибуток, дол. США), **S** – використане скорочення для SMA, **E** – використане скорочення для EMA, **L** – використане скорочення для LWMA, **PF** – profit factor (профит фактор, %), \bar{x} – середнє арифметичне, σ – середнє квадратичне відхилення, **As** – асиметрія, **Ex** – ексцес, **Min** – мінімальне значення, **Max** – максимальне значення, **Mo** – мода, **Me** – медіана. Значення \bar{x} , σ , **As**, **Ex**, **Min**, **Max**, **Mo**, **Me** вказані в пунктах, для переведення в дол. США потрібно помножити значення на 10000.

На основі отриманих розрахунків оберемо для подальшого аналізу по 2 найкращі стратегії, які задовольняють нашим критеріям відбору:

На основі PF, TNP – це стратегія слідування 53LWMA (PF = 113,04%, TNP=1238 дол. США) та комбінована стратегія 19LWMA+35LWMA (PF=112,32%, TNP=1325 дол. США);

На основі \bar{x} та As – це комбінована стратегія 4EMA+51EMA (\bar{x} = 0,0005 та As = -0,0501) та 19LWMA+35LWMA (\bar{x} = 0,0005 та As= -0,0565). Тобто, стратегія з комбінацією лінійно згладжених ковзних середніх середнього та довгого періодів за

параметрами майже ідентична стратегії, побудованій на основі експоненційних середніх короткого та довгого періодів. Крім цього, дві групи критеріїв відбору вказують на 19LWMA+35LWMA як оптимальну стратегію.

Візуалізуємо результати застосування даних стратегій графічно.

Як бачимо, стратегія слідування 53LWMA допускає втрату інвестованого капіталу на діапазоні 01.01.2018 – 24.05.2020рр. в розмірі -658 дол. США, з 24.05.2020р. до 02.10.2022р. іде період накопичення прибутку з корекціями результату: в 45% з 27.12.2020р. по 29.08.2021р., та 40% з 09.10.2022р. по

19.02.2023р. з 19.02.2023р. спостерігається тенденція до зростання. Відмітимо також, що дана стратегія у порівнянні з іншими допускає найбільший розкид відносно лінії

тренду, що в свою чергу підкріплюється найбільшим значенням σ .



Рис. 7. Кумулятивний результат з використанням 53LWMA, дол. США



Рис. 8. Кумулятивний результат з використанням 19LWMA та 35LWMA, дол. США

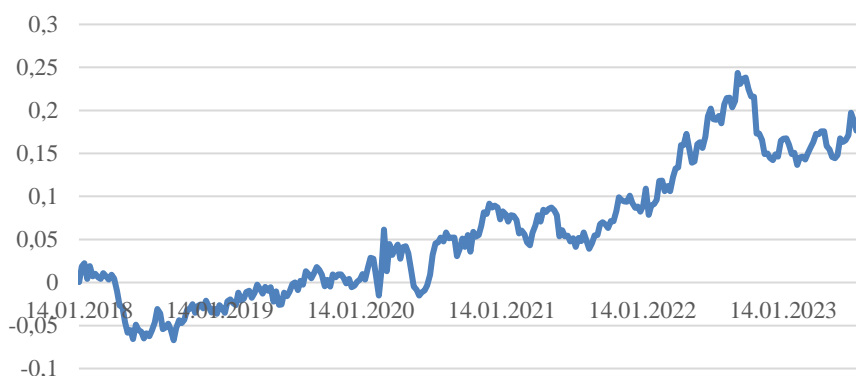


Рис. 9. Кумулятивний результат з використанням 4EMA та 51EMA, дол. США

Джерело: на основі даних, розрахованих автором

Система, яка базується на 19LWMA та 35LWMA, допускає втрату інвестованого капіталу в розмірі -729 дол. США на часовому проміжку 01.01.2018 – 16.09.2018рр., після чого іде трендовий приріст прибутку із кількома корекціями: 70% (22.09.2019-01.03.2020рр.), 52% (13.12.2020-20.06.2021рр.) та 35% (09.10.2022-19.02.2023рр.). Результати мають менший розкид відносно лінії умовного тренду, у порівнянні із 53LWMA, що також підкріплюється меншим значенням σ .

Стратегія, яка для сигналів використовує 4EMA та 51EMA, на початку перевірконого періоду також допускає втрату інвестованого капіталу в розмірі -671 дол. США станом на 16.09.2018р, після

чого слідує період накопичення прибутку з корекціями, а саме: 57% 15.03.2020-14.06.2020рр, 29% з 30.05.2021р. по 29.08.2021р., 33% з 25.09.2022р. по 05.02.2023р. Надалі йде період накопичення прибутку. Також відмітимо, що результати стратегії мають найменший розкид відносно лінії тренду, значення середнього квадратичного відхилення аналогічне попередній стратегії.

На основі отриманих результатів та проведеного аналізу можемо зробити наступні висновки:

Підтверджується попередній висновок про те, що високий TNP не завжди є свідченням прибуткової стратегії (19EMA+35LWMA з TNP 104,9% в підсумку генерує збиток в -577 дол. США,

в той час як система 8LWMA+19EMA+51EMA при TNP 104,5% дає прибуток в 631 дол. США). Тобто, критерій відбору “найвищий RF з позитивним TNP” має бути підсилений як мінімум додатковим показником;

Стратегія, що базується на одному індикаторі, не забезпечує стабільного приросту прибутку, а тому не є доречною до використання попри задоволення формальних умов фільтрації;

Відбір оптимальної стратегії на основі середнього та коефіцієнту асиметрії дозволяє відібрати стратегію із кращим результатом, а додаткова перевірка середнього квадратичного відхилення попередньо вказує на можливість відбору стратегій, які мають найменший розкид результатів відносно лінії тренду. В ході

Література:

1. Бакай, Є. І. (2017) Модель прийняття рішень для фінансових часових рядів на основі пари середніх з використанням оцінки різних часових вимірів / Є. І. Бакай, В. В. Кабачий, Р. В. Маслій // Вісник Вінницького політехнічного інституту, 1, 70-77. Доступ через http://nbuv.gov.ua/UJRN/vvpi_2017_1_13
2. Мокін, В. Б., Жуков, С. О., Куперштейн, Л. М., & Слободянюк, О. В. (2022). Інформаційна технологія прогнозування курсу криптовалют на основі комплексної інженерії ознак. Вісник ВПІ, 2, 81-93. Доступ через <https://ir.lib.vntu.edu.ua>
3. Пилипченко, О., Кузьмінський, В., & Чумаченко, О. (2021). ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ТЕХНІЧНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ РИНКУ КРИПТОВАЛЮТ. Вчені записки Університету «КРОК», 4(64), 28–35. DOI: 10.31732/2663-2209-2021-64-28-35
4. Хобта, В.М. (2022) Обґрунтування інвестиційних рішень на фондовому ринку / В.М. Хобта, В.А. Деревянко // Наукові праці ДонНТУ. Серія: «Економічна», 1(25), 13-19. Доступ через <https://ea.donntu.edu.ua>
5. Раєвська, О.В. (Ред.), Аксьонова, І.В., Бровко, О.І. (2019). Статистика. Доступ через <http://repository.hneu.edu.ua>
6. Савченко, В. (2023). ПОРІВНЯННЯ СИСТЕМ ПРОГНОЗУВАННЯ НАПРЯМУ ЗМІН КУРСУ ФІНАНСОВОГО ІНСТРУМЕНТУ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОСТИХ ТА ЕКСПОНЕНЦІЙНИХ КОВЗНИХ СЕРЕДНІХ. *Вчені записки Університету «КРОК»*, 2 (70), 61-75.

даного дослідження встановлено, що кращою стратегією є 4EMA+51EMA. Стратегія 19LWMA+35LWMA теж може розглядатись як альтернатива, однак формально має нижчі результати.

Три стратегії, які ми порівнювали на фінальному етапі, мають спільну проблему: корекція результату різної глибини у випадку бокового руху на графіку курсу фінансового інструменту. Це свідчить про те, що дані індикатори не забезпечують коректного прогнозування в таких ринкових умовах. Відповідно, для того, щоб покращити результативність торгової системи, потрібно проаналізувати, які з індикаторів інших груп дозволяють вірно прогнозувати рух в нетрендових умовах.

Доступ через DOI: 10.31732/2663-2209-2022-70-61-75

7. Akyildirim, E., Goncu, A., & Sensoy, A. (2021) Prediction of cryptocurrency returns using machine learning. *Annals of Operations Research*, 297, 3-36. Доступ через <https://www.researchgate.net>
8. ALONSO-MONSALVE, Saúl, et al. (2020) Convolution on neural networks for high-frequency trend prediction of cryptocurrency exchange rates using technical indicators. *Expert Systems with Applications*, 113-250. Доступ через <https://www.researchgate.net>
9. Altan, A., & Karasu, S. (2019). THE EFFECT OF KERNEL VALUES IN SUPPORT VECTOR MACHINE TO FORECASTING PERFORMANCE OF FINANCIAL TIME SERIES AND COGNITIVE DECISION MAKING. *THE JOURNAL OF COGNITIVE SYSTEMS*. Vol. 4, 1, 17-21. Доступ через <https://www.researchgate.net>
10. Zhang, Z., Zohren, S., & Stephen, R. (2020) Deep reinforcement learning for trading. *The Journal of Financial Data Science*. 25-40. Доступ через <https://www.researchgate.net>
11. ChartSchool. (n.d.) Moving averages: simple and exponential. Доступ через <https://school.stockcharts.com/doku.php>
12. MetaTrader4. (n.d.) Moving average. Доступ через https://www.metatrader4.com/en/trading-platform/help/analytics/tech_indicators
13. QuantifiedStrategies. (n.d.) Trading System And Strategy Performance Metrics Доступ через <https://www.quantifiedstrategies.com/trading-strategy-and-system-performance-metrics>
14. ATAS. (n.d.) Core mathematics for Forex traders. Part 2. Доступ через <https://atas.net/trading-preparation/funds-management>