

УДК 336.7

DOI: 10.31732/2663-2209-2022-69-38-51

## ПРОГНОЗУВАННЯ НАПРЯМУ ЗМІН КУРСУ ФІНАНСОВОГО ІНСТРУМЕНТУ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОСТИХ КОВЗНИХ СЕРЕДНІХ

**Вадим Савченко<sup>1</sup>**

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

### FORECASTING THE DIRECTION OF CHANGES IN THE EXCHANGE RATE OF A FINANCIAL INSTRUMENT USING SIMPLE MOVING AVERAGES

**Vadym Savchenko<sup>1</sup>**

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

**Анотація.** *Власні попередні дослідження вказують на той факт, що ряд індикаторів технічного аналізу мають певну прогностичну силу, а відтак торгові правила та стратегії, побудовані з використанням цих індикаторів, мають певну практичну цінність. У даній статті досліджено деякі актуальні питання створення та функціонування торгової системи трейдера з використанням індикаторів технічного аналізу, зокрема, ковзних середніх. Проаналізовано підходи, які пропонуються сучасними дослідниками, до використання даних індикаторів в прогнозуванні змін курсу фінансового активу. В даному контексті метою дослідження є аналіз впливу налаштувань ковзних середніх та їх комбінацій на результативність торгової системи, яка базується на їх використанні для прогнозування напрямку змін курсу фінансового інструменту. На основі цього сформувано завдання, що їх вирішує використання ковзних середніх. Запропоновано варіант організації робіт зі створення торгової системи трейдера. Розглянуто різні варіанти до формування та інтерпретації торгового сигналу, що його генерує система. Також в статті приділено увагу критеріям порівняння стратегій на етапі тестування. Наведено та порівняно результати використання різних варіантів налаштувань та комбінацій індикаторів, визначено оптимальні з них згідно заданих критеріїв відбору. Торгові симуляції проведено на прикладі валютної пари EUR/USD, використано дані за період з 1999 по 2023 роки, на основі чого відібрано оптимальну комбінацію технічних індикаторів для включення в торгову систему. Окремо відмічено розуміння того, що торгова система, яка базується на ковзних середніх, вимагає додаткової оптимізації. Вказано напрямки можливої оптимізації, а також інструментарій, якій можна використовувати, при цьому акцент зроблено на інструменти, що доступні для роздрібного трейдера. Беручи до уваги результати дослідження, зроблено висновок про те, що запропонований підхід до побудови торгової системи може використовуватись для виконання реальних арбітражних операцій.*

**Ключові слова:** *торгова система трейдера, індикатор технічного аналізу, ковзна середня, валютна пара, арбітраж.*

**Формули:** 3, **рис.:** 10, **табл.:** 3, **бібл.:** 20

**Abstract.** *Own previous research points to the fact that a range of technical analysis indicators have a certain predictive power, and therefore trading rules and strategies, based on these indicators, have a certain practical value. This article examines some actual issues of the developing and functioning of a trading system, using technical analysis indicators – moving averages. The approaches offered by modern researchers to the use of these indicators in forecasting changes in the financial asset exchange rate are analyzed. In this context, the purpose of the study is to analyze the impact of moving average settings and their combinations on the performance of the trading system, which is based on their use for forecasting the direction of changes in the financial instrument exchange rate. Based on this, the tasks that are solved, using moving averages, were formed. An option for organizing work on developing a trader's trading system is offered. Various options for the formation and interpretation of the trading signal, generated by the system, are considered. The article also pays attention to the criteria for comparing strategies at the testing stage. The results of using different settings options and combinations of indicators are presented and compared, the optimal ones are determined according to the given selection criteria. Trading simulations were made on the example of the EUR/USD currency pair, using data for the period from 1999 to 2023, based on which the optimal combination of technical indicators was selected for real settings of the trading system. The understanding that a trading system, based on moving averages, requires additional optimization is noted separately. The areas of possible optimization are indicated, as well as the tools that can be used for that purpose,*

*while the emphasis is placed on the tools that are available to the retail trader. It is concluded that the proposed approach to developing of a trading system can be used to perform real arbitrage operations.*

*Keywords: trading system, technical analysis indicator, moving average, currency pair, arbitrage.*

*Formulas: 3, fig.: 10, tabl.: 3, bibl.: 20*

**Постановка проблеми.** FOREX (надалі FX) – це міжнародний валютний ринок, на якому виконуються операції з купівлі-продажу валют. Водночас це найбільший із світових фінансових ринків із добовим обсягом торгів понад \$5 трлн. Децентралізованість, функціонування 24 години на добу, 5 діб на тиждень (на відміну від інших ринків, які можуть функціонувати протягом 5-14 торгових годин на добу), майже миттєве виконання операцій, висока ліквідність та відсутність суттєвого впливу інсайдерів дають трейдерам ширші можливості для прибуткової торгівлі у порівнянні із іншими фінансовими ринками. Ключовим для роботи на FX (а також і на інших ринках, як то фондовому, капіталу та ін.) є коректне прогнозування ціни активу або напрямку його зміни. Існують два підходи для вирішення даної задачі: фундаментальний аналіз (прогнозування з використанням макроекономічних показників) та технічний аналіз (прогнозування на основі технічного аналізу, одним із яких є ковзна середня). Трейдер отримує прибуток у випадку, якщо його прогноз був коректним, та, відповідно, втрачає капітал, якщо прогноз був не вірним. Відтак, дана стаття покликана продемонструвати один із можливих варіантів вирішення питання коректного прогнозування напрямку змін курсу фінансового активу.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Питання прогнозування зміни курсу активів з використанням індикаторів технічного аналізу більшою мірою досліджується закордонними вченими. Серед вітчизняних досліджень з 2015 року дане питання висвітлювалось в чотирьох роботах. Дяченко Ю.А. розглядає ковзні середні на теоретичному рівні як складову фільтра для визначення зон зростання волатильності ціни активу на прикладі ринку сировини, але не як інструмент для прогнозування саме курсу чи напрямку його зміни [7]. А.А. Джусов у своїй роботі

розглядає комбінації простих ковзних згідно класичних систем на прикладі акцій однієї компанії за доволі обмежений період часу [9]. Є.І. Бакай та співавтори розглядають комбінації ковзних без вказання періодів їх налаштувань прикладі валютного ринку для внутрішньоденної торгівлі на обмеженому часовому діапазоні (2 роки) [10]. К.Ю. Островська в своїй роботі розглядає варіант побудови програмного торгового алгоритму на основі трьох класичних індикаторів (EMA, RSI, MACD) на прикладі криптовалютних активів для внутрішньоденної торгівлі також на обмеженому часовому діапазоні [11].

Серед закордонних авторів публікацій на дану тему значно більше. Deniz Can Yildirim, Ismail Hakkı Toroslu, Ugo Fiore в своїй роботі для побудови системи прогнозування курсу валют використовують ковзну одного класичного періоду, без пояснення причин відбору саме такого варіанту налаштування, в комбінації з рядом інших індикаторів та макроекономічних показників [4]. Vinicius Amorim Sobreiro та співавтори розглядають торгову систему на основі ковзних середніх в рамках програмного комплексу з точки зору порівняння стратегій для фондових ринків країн БРІКС на тривалому часовому періоді (15 років), однак без вказання конкретних налаштувань для індикаторів та причин їх відбору [2]. E. Hossain, M.S. Islam використовують ковзну одного класичного порядку для різних валютних пар як базу для порівняння результатів програмного торгового алгоритму [1]. Hyun Sik Sim, Hae In Kim, Jae Joon Ahn також використовують ковзну одного класичного періоду як елемент системи індикаторів, на основі якого працює програмний комплекс для прогнозування курсу S&P500, без вказання пояснень причин відбору саме такого налаштування [6]. Shu-Yu Kuo, Yao-Hsin Chou описують роботу торгового алгоритму для роботи на фондовому ринку, що базується на використанні ковзних різних

періодів та принципів побудови з позицій критики класичного підходу до використання індикатора, при цьому реалізований алгоритм самостійно визначає комбінацію на кожен із періодів симуляції, тож в підсумку немає відповіді, які ж налаштування були застосовані для навчання системи та проведення симуляцій, які критерії відбору було застосовано та якою була умова перезапуску алгоритму [8]. Klaus Grobys, Shaker Ahmed, Niranjana Sarkota в своїй публікації опираються на прості ковзні виключно класичних періодів, застосовують стратегію купівлі їх до ринку криптовалют на короткому часовому проміжку (2 роки) [12]. Li, Y., Ni, P., Chang, V. використовують модифіковані ковзні як один із елементів системи, який протиставляється програмованому торговому алгоритму на короткому часовому проміжку (6 місяців). При цьому також не вказується, які налаштування були використані для індикатора [13]. Hari, Y., & Dewi, L. P. застосовують ковзні трьох класичних періодів для порівняння роботи кількох технічних індикаторів на прикладі одного активу протягом одного року [14]. Специфічне використання ковзних пропонують Ayuel, Ü., Santur, Y., які на базі даного індикатора пропонують варіант власного індикатора, та порівнюють його застосування з іншими індикаторами на прикладі фондового ринку, щоправда теж в обмеженому часовому проміжку (1 рік) [15].

Проаналізувавши останні дослідження, пов'язані із даною тематикою, робимо висновок, що питання прикладного прогнозування на основі ковзних середніх та побудова торгової системи на їх основі має значний простір для досліджень та удосконалення:

1) не покрито аналіз поведінки стратегій на основі ковзних середніх на тривалих часових проміжках (понад 5 років),

2) у випадках, коли використовуються авторські варіанти налаштувань індикатора, не розкрито варіанти підбору налаштувань ковзних та критерії такого відбору,

3) в інших випадках – переважно використовуються класичні правила роботи з ковзними середніми, які доступні та відомі ринку, а відтак не забезпечать трейдеру у випадку використання торгової системи на їх основі принципових конкурентних переваг над іншими учасниками.

**Формулювання цілей статті.** Метою дослідження є аналіз впливу налаштувань ковзних середніх та їх комбінацій на коректність прогнозування напрямку змін курсу фінансового активу в довгостроковому періоді.

**Викладення основного матеріалу дослідження.** Основні результати дослідження ґрунтуються на використанні даних технічного аналізу.

**Технічні індикатори.** Технічний індикатор в розумінні даної роботи – це інструмент, отриманий шляхом перетворення інформації про ціну фінансового активу на певному часовому проміжку з використанням математичних формул. Для розрахунку значень індикатора використовуються ціни відкриття, закриття, максимуму та мінімуму, а також дані про обсяг торгів за відповідний часовий діапазон. Аналізуючи історичні дані з їх допомогою ми отримуємо можливість прогнозувати напрям зміни курсу цільового активу.

Відповідно до функціональних особливостей технічні індикатори можуть бути поділені на індикатори волатильності, випереджаючі та трендові. Ковзна середня (англ. “moving average”, надалі МА) є одним із трендових індикаторів. За рахунок того, що МА згладжує ціни за заданий в налаштуваннях період, відбувається фільтрація шуму, визначення напрямку тренду та рівні потенційних опору та підтримки [5]. В рамках даної роботи ми будемо використовувати МА для перших двох цілей: згладжування шуму та визначення напрямку руху ціни активу.

**Розрахунок та налаштування індикатора.** Є наступні методи усереднення при побудові 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 SMA.

Проста середня ковзна розраховується за формулою [2]:

$$SMA_n = \frac{1}{k} \times \sum_{t=n-k+1}^n P_t, \quad (1)$$

де  $k$  – кількість періодів, на яких розраховується SMA,  $n$  – відносна позиція поточного періоду,  $P_t$  – котирування активу в періоді  $t$  (в наших розрахунках це буде саме ціна закриття).

Під періодом ковзної рахують кількість часових відрізків, на яких її будують. В проаналізованих нами публікаціях, де розкриваються налаштування ковзних, автори використовують, як правило, комбінації класичних рівнів, для прикладу 20, 50, 100, 150 [12]. В рамках даної роботи ми розрахуємо значення індикатора для максимальної кількості періодів та перевіримо, які з них підійдуть найкраще згідно визначених критеріїв. Модель та тестування буде виконуватись на тижневих графіках на діапазоні 22 роки.

В якості активу для простоти розрахунків ми обрали валютну пару EUR/USD (один пункт котирування коштує \$1). Дані для розрахунків, побудови та тестування системи візьмемо за період 1999 – 2023рр., при чому розділимо їх у відношенні 80% для побудови системи (1999-2017рр.) та 20% для її перевірки (2018-2023рр.)

**Сигнал для виконання операції.** В розглянутих вище роботах сигналами для виконання операцій (відкриття позиції, закриття позиції, утримання позиції, залишатись поза ринком) з використанням ковзних середніх автори використовують їх перетин у різних поєднаннях. В даній роботі ми, крім даного підходу, також розглянемо підхід слідування за ковзною, та порівняємо їх результати.

**Критерії порівняння стратегій.** Прийнято вважати, що система є працездатною, якщо співвідношення суми результатів всіх прибуткових операцій до суми результатів всіх збиткових (Profit factor) становить понад 75% при загальному результаті (Total net profit), який більший

нуля [18, 19, 20]. Відповідні формули для розрахунку:

1) Profit factor (PF), який показує співвідношення загального прибутку до загальних втрат, розраховується за формулою:

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

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) – абсолютна різниця між цими величинами [10]:

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

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

Кращою буде стратегія, у якої ці два параметра матимуть більше значення відносно інших.

**Інформаційно-технічна база.** Для розрахунків та візуалізації буде використовуватись історія котирувань, завантажена із програмного комплексу MetaTrader4. Обробка буде виконуватись з використанням MS Office Excel.

**Побудова стратегій.** Розрахуємо прості ковзні середні на діапазоні 1999-2017рр., поступово збільшуючи період усереднення, а також прибуток, отриманий з використанням сигналу, що його генерує відповідна ковзна. Результати розрахунку відобразимо в таблиці нижче. Для прогнозування будемо використовувати ковзні трьох часових горизонтів: 1-2 місяці (короткий горизонт), 5-6 місяців (середньостроковий горизонт), 9-12 місяців (довгостроковий горизонт).

Отже, на короткостроковому горизонті кращий результат демонструє 6SMA (TNP = 5516 дол. США та PF = 104,11%), на середньостроковому – 20SMA (TNP = 10805 дол. США та PF = 109,23%), на довгостроковому – 39SMA (TNP = 4520 дол. США та PF = 113,62%). Розрахунок завершуємо на 49SMA, так як використання ковзних вищих періодів приносить збиток (приклад в таблиці відповідно).

**Таблиця 1. Результати торгових стратегій з використанням однієї ковзної середньої**

Період SMA	TNP	PF
2	1285	106,77%
3	269	100,42%
4	4841	103,66%
5	4733	<b>106,11%</b>
<b>6</b>	<b>5516</b>	<b>104,11%</b>
7	3406	104,78%
8	4378	105,46%
9	2855	103,90%
10	4660	105,47%
11	4226	103,47%
12	4859	103,70%
13	2276	99,57%
14	7952	104,59%
15	2683	99,57%
16	5199	103,71%
17	10240	<b>110,38%</b>
18	7367	103,72%
19	8649	106,21%
<b>20</b>	<b>10805</b>	<b>109,23%</b>
21	7980	109,01%
22	8468	109,73%
23	3178	100,87%
24	3180	102,85%
25	4458	103,52%
26	6284	106,49%
27	2614	103,08%
28	4513	106,97%
29	3987	106,28%
30	3199	107,45%
31	2616	105,37%
32	88	104,69%
33	476	108,18%
34	3452	108,43%
35	3517	108,68%
36	1475	106,56%
37	685	108,69%
38	1767	109,91%
<b>39</b>	<b>4520</b>	<b>113,62%</b>
40	3078	111,89%
41	4479	<b>114,15%</b>
42	3987	110,93%
43	4330	112,18%
44	3342	113,95%
45	3962	112,21%
46	3077	110,98%
47	1349	109,77%
48	1236	110,02%
49	-2321	104,54%
50	-5050	99,78%

Пояснення до таблиці: Період SMA – період усереднення, використаний при розрахунку ковзної, TNP – total net profit (загальний чистий прибуток), PF – profit factor (профiт фактор).

Перевіримо результативність комбінаторних стратегій на тестовому періоді та порівняємо їх зі стратегіями

слідуювання. При використанні комбінаций ковзних під сигналами будемо розглядати наступні варіанти:

1) Використання трьох ковзних (узгодження трендів трьох рівнів)  
 а.  $6SMA > 20SMA > 39SMA$  – сигнал на купівлю;  
 б.  $6SMA < 20SMA < 39SMA$  – сигнал на продаж;  
 с.  $6SMA < 20SMA > 39SMA$  – не входим в ринок;  
 д.  $6SMA > 20SMA < 39SMA$  – не входим в ринок;

2) Використання двох ковзних (узгодження трендів двох рівнів)  
 а.  $6SMA > 20SMA$  – сигнал на купівлю;  
 б.  $6SMA < 20SMA$  – сигнал на продаж;  
 с.  $6SMA > 39SMA$  – сигнал на купівлю;  
 д.  $6SMA < 39SMA$  – сигнал на продаж.

**Таблиця 2. Результати стратегій на тестовому періоді**

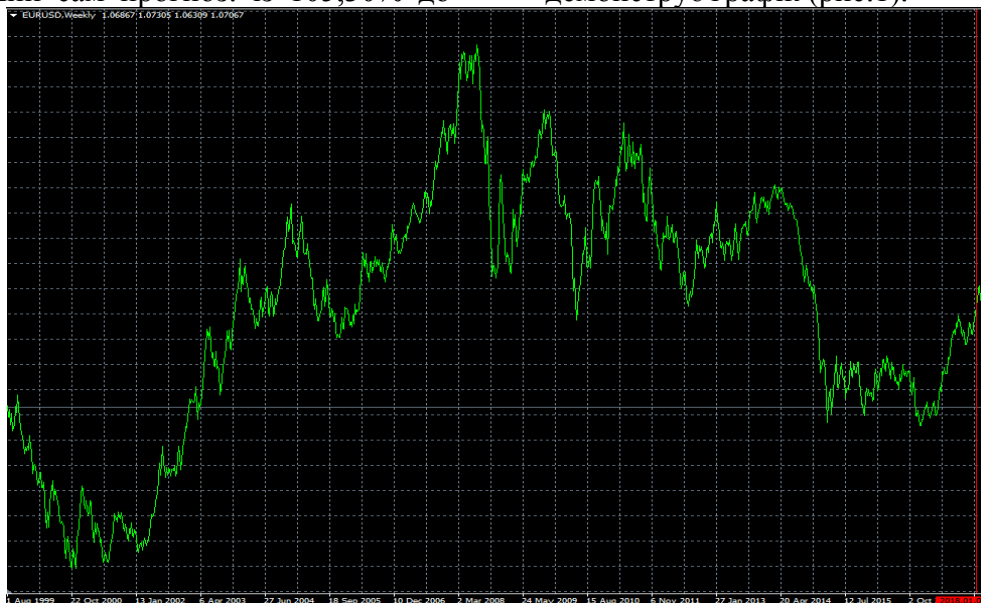
Стратегія	$Q_{Pr.}$ , шт.	$Q_{L.}$ , шт.	$Q_{Tot.}$ , шт.	PF, %	$G_{Pr.}$ , дол. США	$G_{L.}$ , дол. США	TNP, дол. США
6SMA/20SMA	477	453	930	105,30%	53574	-58541	5033
6SMA/39SMA	471	439	910	107,29%	62540	-56636	5904
6SMA/20SMA/39SMA А	322	289	611	<b>114,19%</b>	43223	-38399	4824
6SMA	481	462	943	104,11%	64497	-58981	5516
20SMA	485	444	929	<b>109,23%</b>	66409	-55604	<b>10805</b>
39SMA	484	426	910	<b>113,62%</b>	61848	-57328	4520

Пояснення до таблиці:  $Q_{Pr.}$  – кількість прибуткових операцій,  $Q_{L.}$  – кількість збиткових операцій,  $Q_{Tot.}$  – загальна кількість операцій, PF – profit factor GP – gross profit (загальний прибуток), GL – gross loss (загальні втрати), TNP – total net profit.

Як бачимо, загальна кількість операцій зменшується із включенням фільтрації на довгостроковому періоді: при використанні однієї ковзної це пов'язано із зміною періоду розрахунку (індикатор пізніше починає давати сигнали), а при використанні комбінацій – із узгодженням трендів різних діапазонів. Крім цього бачим, що чим довший горизонт прогнозування, тим точніший сам прогноз: із 105,30% до

114,19% для комбінацій та із 104,11% до 113,62% для одинарного індикатора. Щодо прибутку, то бачимо, що найкращий результат генерує саме стратегія слідування за середньостроковим індикатором: при використанні 20SMA отримуємо 10805 дол. США.

Котируванням валютної пари EUR/USD протягом даного періоду демонструє графік (рис.1).



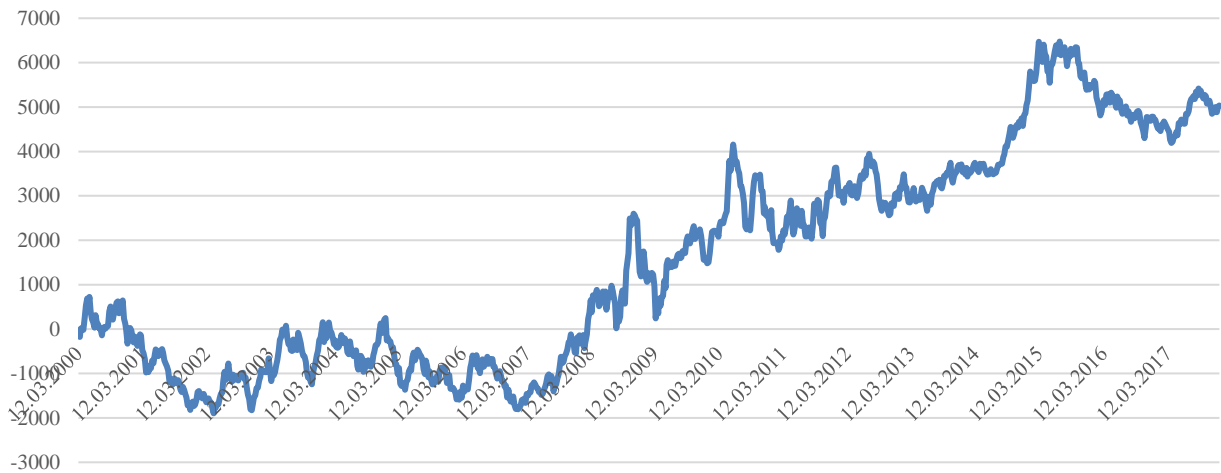
**Рис. 1. Графік котирування EUR/USD протягом 2000-2017рр.**

Джерело: MetaTrader4

Як бачимо, котирування інструменту рухаються трендово з корекціями. Глобальний аптренд тривав з 10.2000р. по 03.2008р. (до моменту втручання ФРС, ЄЦБ, центральних банків Японії, Швейцарії, Великобританії та Канади). Він змінився даунтрендом з 03.2008р. по 10.2017р. Протягом обох цих періодів відбувались значні контртрендові рухи (корекції).

Початок обраного нами тестового періоду почався з падіння курсу спільної валюти єврозони, кінець – з його зростанням.

Для візуалізації розподілу результатів застосування тестових стратегій у часі відобразимо їх графічно (також це дозволить простежити, як діють стратегії в умовах трендів та корекцій, про які мова йшла вище).

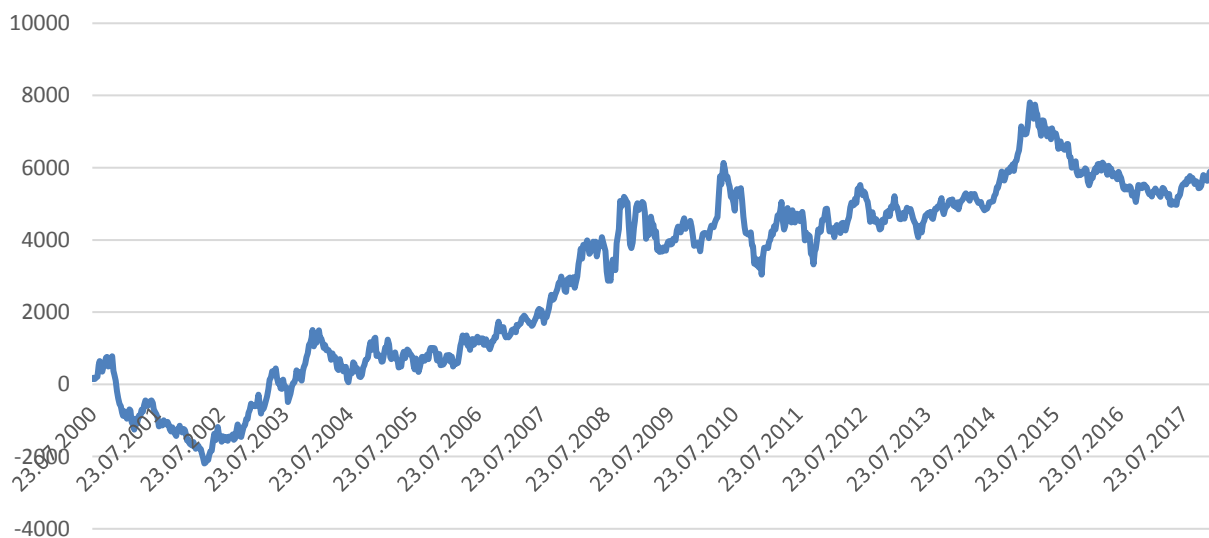


**Рис. 2. Кумулятивний результат з використанням 6SMA та 20SMA, дол. США**

*Джерело: на основі даних, розрахованих автором*

Як бачимо, дана стратегія генерувала збиток (до 2000 дол. США) в період 2000-2007рр., протягом 2007-2015рр. – прибуток з періодичними просадками (які співпадають з такими фундаментальними подіями як

світова фінансова криза 2007-2009рр., боргова криза в Греції 2010р.), в 2015-2016рр. стратегія є збитковою. Тестовий період завершується зростанням накопиченого прибутку.

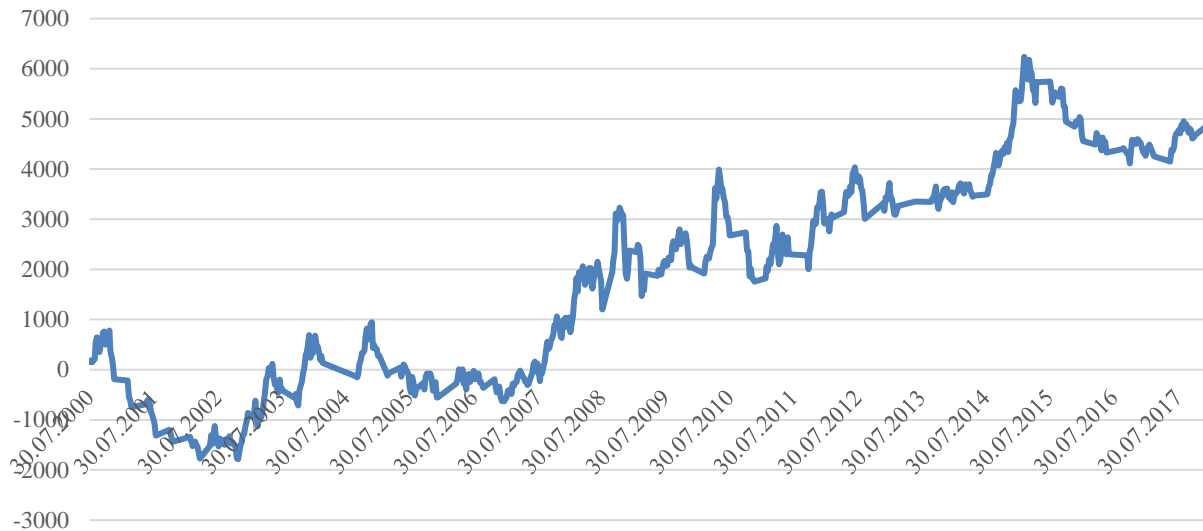


**Рис. 3. Кумулятивний результат з використанням 6SMA та 39SMA, дол. США**

*Джерело: на основі даних, розрахованих автором*

Стратегія, заснована на комбінації коротко та довгострокової ковзної, демонструє коротший збитковий період на початку діапазону тестування – з 2000р. по 2002р., далі з 2002р. по 2015р. іде прибутковий період (дана комбінація

дозволила згладити вплив кризи 2007-2009 рр., однак також згенерувала збиток в 2010р.), з 2015р. по середину 2017р. стратегія генерує збиток. Тестовий період стратегія завершує з накопиченням загального прибутку (+934 дол. США).

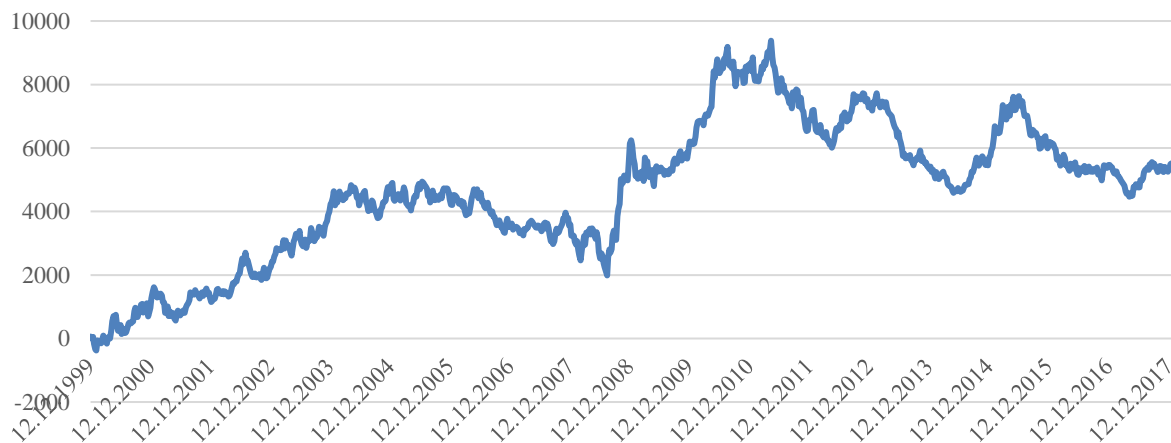


**Рис. 4. Кумулятивний результат з використанням 6SMA+20SMA+39SMA, дол. США**

*Джерело: на основі даних, розрахованих автором*

Стратегія з використанням згладжування на трьох часових горизонтах, як і попередній варіант, демонструє просядку в 2000-2002рр., далі іде прибутковий період до 2015р. з корекціями

в 2008р. та 2010р., який змінюється збитковими 2015-2016рр., на завершенні тестового діапазону стратегія починає накопичувати прибуток (+671 дол. США).



**Рис. 5. Кумулятивний результат з використанням 6SMA, дол. США**

*Джерело: на основі даних, розрахованих автором*

Стратегія, що базується на слідуванні за ковзною короткого періоду, як бачимо, має властивість стрімко генерувати прибуток на часових проміжках в 1-3 роки (2000-2003рр., 2008-2010рр, 2013-2014рр.),

за якими слідують збиткові періоди такої ж тривалості, при чому відкат становить від 50% до 100%. Останні 2 роки з тестового періоду стратегія також генерує збиток, як і попередні. Відмітимо, що дана ковзна



швидко реагує на локальні тренди, за рахунок чого стратегія генерувала прибуток в період піку та виходу з кризи 2007-2009рр., однак не достатньо швидко реагує на

радикальні зміни на ринку, такі як, наприклад, боргова криза 2010р. Тестовий період стратегія завершує зі зростанням прибутку (+1017 дол. США).



**Рис. 6. Кумулятивний результат з використанням 20SMA, дол. США**

*Джерело: на основі даних, розрахованих автором*

Як бачимо, стратегія, що базується на ковзній середньострокового періоду, демонструє на тестовому періоді результат зі стійкою тенденцією до зростання. Наявні просадки в 2010р. та 2015-2016рр., які

відповідають різким змінам ситуації на ринку, спричинені подіями на борговому ринку ЄС. Тестовий період стратегія також завершує з нарощуванням прибутку (+1325 дол. США).



**Рис. 7. Кумулятивний результат з використанням 39SMA, дол. США**

*Джерело: на основі даних, розрахованих автором*

Стратегія слідування за довгостроковою ковзною загалом демонструє позитивний результат, при цьому наявні чіткі періоди, коли мало місце нарощування прибутку або збитку (є тенденція до повторення графіка котирувань

самого інструменту). Тестовий період стратегія завершує зі спаданням накопиченого прибутку.

Відберемо три кращих стратегії за заданими на початку дослідження критеріями, та перевіримо їх

результативність на часовому проміжку 2018-2023рр.

**Перевірка роботи стратегій.**

Опрацюємо дані котирувань валютної пари EUR/USD за 2018-2023рр. та перевіримо, яка із стратегій принесла б кращий результат у випадку реального застосування.

Перевірка також продемонструє нам, наскільки критерії відбору, розглянуті нами раніше, доцільні для використання.

Передусім проаналізуємо поведінку інструменту протягом даного періоду на основі графіка котирувань.



**Рис. 8. Графік котирувань валютної пари EUR/USD протягом 01.2018-03.2023рр. з ковзними середніми періодів 6, 20, 39**

Джерело: MetaTrader4

Як бачимо, наявний сильний довгостроковий низхідний тренд, який переривався тривалими корекціями протягом 02.2020р. – 02.2021р., та з 09.2022р. по сьогодні. Звернемо також увагу на поведінку ковзних в моменти розвороту тренду: так як ці індикатори реагують на зміну ціни із запізнення, то поки відбувається їх перестроювання, втрачається частина руху за трендом (та, відповідно, прибутку). Крім цього, 6SMA на

деяких коротких періодах перетинає 20SMA знизу, виключаючи дію сигналу продажу, однак при продовженні руху за трендом ковзна не одразу перетинає 20SMA зверху, та, відповідно, не формується новий сигнал продажу. Через це втрачається частина руху та прибутку відповідно. Врахуємо дані факти далі.

Результати застосування наших торгових стратегій на перевірочному періоді представимо в табличному виді.

**Таблиця 3. Результати застосування стратегій на перевірочному періоді.**

Стратегія	Q <sub>Pr.</sub> , шт.	Q <sub>L.</sub> , шт.	Q <sub>Tot.</sub> , шт.	PF, %	G <sub>Pr.</sub> , дол. США	G <sub>L.</sub> , дол. США	TNP, дол. США
6SMA/20SMA/39SM A	119	103	222	<b>115,53%</b>	10676	9502	<b>1174</b>
20SMA	138	132	270	104,55%	11379	-12232	-853
39SMA	140	130	270	107,69%	12237	11374	863

Пояснення до таблиці: Q<sub>Pr.</sub> – кількість прибуткових операцій, Q<sub>L.</sub> – кількість збиткових операцій, Q<sub>Tot.</sub> – загальна кількість операцій, PF – profit factor GP – gross profit (загальний прибуток), GL – gross loss (загальні втрати), TNP – total net profit.

Як бачимо, із трьох стратегій прибутковими виявились тільки дві: комбінація ковзних та слідування за 39SMA. При цьому стратегія, заснована на слідуванні за 20SMA, яка показала найкращий результат в абсолютних величинах на тестовому діапазоні, принесла збиток на перевірочному діапазоні. Система,

що опирається на ковзні трьох горизонтів, мала найвищий показник профіт фактору на тестовому діапазоні, наразі демонструє найвищий результат та профіт фактор. Продемонструємо графічно, як розподілений прибуток, згенерований даною стратегією, в часі.

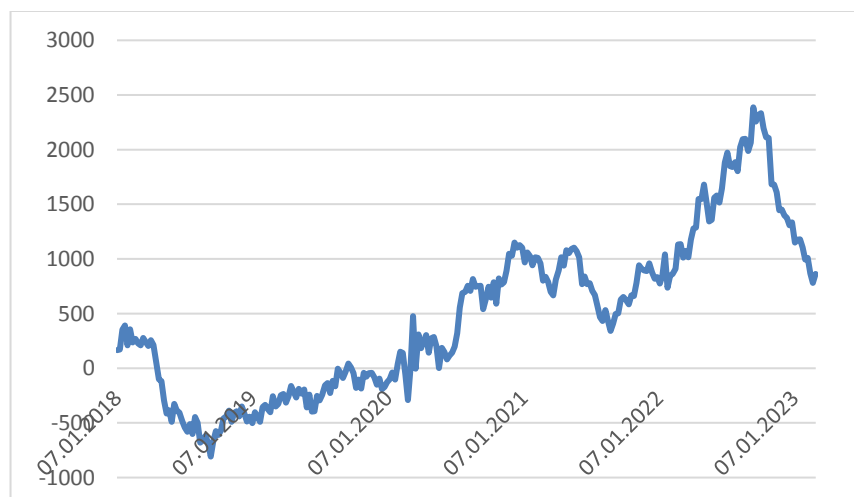


**Рис. 9. Кумулятивний результат з використанням 6SMA+20SMA+39SMA, дол. США**

*Джерело: на основі даних, розрахованих автором*

Як бачимо, до початку 2022р. результат застосування стратегії був близько нуля. Це спричинено періодичними скасуваннями сигналу на продаж, які виникали при перетині 6SMA та 20SMA. Власне прибуток, який відображено в

таблиці, було згенеровано протягом періоду 07.2021р. – 09.2022р. Після цього іде період просадки (втрата 820 дол. США), що, як бачимо по графіку котирувань, спричинено корекцією та відповідним переформуванням сигналу.



**Рис. 10. Кумулятивний результат з використанням 39SMA, дол. США**

*Джерело: на основі даних, розрахованих автором*

Стратегія, заснована на слідуванні за 39SMA, на початку перевірного періоду генерує збиток у 800 дол. США. Однак далі з 09.2018р. по 10.2022р. іде період зростання кумулятивного прибутку, який переривається, як бачимо з графіка котирувань, змінами тренду та відповідною затримкою в формуванні нового сигналу. На піку результат становить (з врахуванням втрати 800 дол. капіталу) близько 3100 дол. США. З 10.2022 відбувається етап формування або нового тренду, або чергової корекції, в яких довгострокова ковзна не забезпечує.

Згідно заданих нами критеріїв відбору оптимальною є стратегія, що використовує для прогнозування руху котирування комбінацію ковзних.

**Висновки.** На основі проведеного дослідження можемо зробити наступні висновки:

1) Для підвищення імовірності отримання прибутку та його максимізації в довгостроковому періоді при проведенні арбітражних операцій з валютною парою EUR/USD з використанням системи прогнозування, яка базується на простих ковзних середніх, для прогнозування краще використовувати комбінації індикаторів, а саме 6SMA, 20SMA, 39SMA;

2) Використання однієї ковзної також може генерувати прибуток, при цьому дана ковзна має бути високого порядку (запропонований варіант – 39SMA);

3) Використання показників профіт фактору в поєднанні з умовою прибутковості загалом дозволяє відібрати результативні індикатори для формування системи прогнозування;

#### **Література:**

1. ISLAM, Md Saiful; HOSSAIN, Emam. Foreign exchange currency rate prediction using a GRU-LSTM hybrid network. *Soft Computing Letters*, 2021, 3: 100009. URL: <http://surl.li/gbove> (дата звернення: 01.03.2023)
2. SOBREIRO, Vinicius Amorim, et al. The profitability of moving average trading rules in BRICS and emerging stock markets. *The North American Journal of Economics and Finance*, 2016, 38: 86-101. URL: <http://surl.li/gbov1> (Дата звернення: 01.03.2023)
3. SALISU, Afees A.; GUPTA, Rangan; OGBONNA, Ahamuefula E. A moving average heterogeneous autoregressive model for forecasting the

4) Відбір індикатора також залежить від моменту виконання аналізу (що ми і бачили по графікам розподілення прибутку), відповідно, для підвищення ефективності торгової системи можна періодично переглядати її складові;

5) Відбір індикаторів також залежить від підходу трейдера. Якщо він є управляючим активами, то демонструвати нульовий результат протягом кількох років не є цільовою моделлю, відтак в систему можуть включатись індикатори коротшого періоду та в інших комбінаціях. Якщо ж управління активами має довгий горизонт планування, то для системи може розглядатись і описаний вище варіант;

6) для уникнення різких втрат в моменти розворотів тренду або корекцій необхідно вводити використання додаткових інструментів, які могли б або згладити ефект, або попередити такий момент (дане питання ми будемо розглядати в подальших статтях з даної теми);

7) ринок FX є ризиковим за рахунок того, що на котирування одночасно може діяти багато глобальних та локальних фундаментальних факторів, а також технічних моментів, що спричиняє драматичні рухи, які можуть суттєво негативно позначитись на капіталі, який перебуває в управлінні трейдера. Відповідно, торгова система повинна включати не тільки точні індикатори, а й певні правила управління позиціями та капіталом.

- realized volatility of the US stock market: Evidence from over a century of data. *International Journal of Finance & Economics*, 2022, 27.1: 384-400. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/ijfe.2158> (Дата звернення: 01.03.2023)
4. YILDIRIM, Deniz Can; TOROSLU, Ismail Hakkı; FIORE, Ugo. Forecasting directional movement of Forex data using LSTM with technical and macroeconomic indicators. *Financial Innovation*, 2021, 7: 1-36. URL: <http://surl.li/gbovr> (Дата звернення: 02.03.2023)
  5. Moving averages: simple and exponential. ChartSchool. [Електронний ресурс] URL: <http://surl.li/gbovx> (Дата звернення: 02.03.2023)

6. SIM, Hyun Sik, et al. Is deep learning for image recognition applicable to stock market prediction? Complexity, 2019, 2019. URL: <https://www.hindawi.com/journals/complexity/2019/4324878/> (Дата звернення: 02.03.2023)
7. ДЯЧЕНКО, Ю. А. Розвиток методів прогнозування динаміки біржових цін на сільськогосподарські товари. 2018. URL: <http://surl.li/gbous> (Дата звернення: 03.03.2023)
8. KUO, Shu-Yu; CHOU, Yao-Hsin. Building Intelligent Moving Average-Based Stock Trading System Using Metaheuristic Algorithms. IEEE Access, 2021, 9: 140383-140396. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9565877> (Дата звернення: 03.03.2023)
9. Джусов А. А. Особенности применения индикатора "скользящая средняя" для повышения эффективности инвестирования / А. А. Джусов // Вісник Дніпропетровського університету. Серія : Менеджмент інновацій. - 2015. - Т. 23, вип. 4. - С. 42-48. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vdumi\\_2015\\_23\\_4\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vdumi_2015_23_4_8). (Дата звернення: 04.03.2023)
10. Бакай С. І. Модель прийняття рішень для фінансових часових рядів на основі пари середніх з використанням оцінки різних часових вимірів / С. І. Бакай, В. В. Кабачий, Р. В. Маслій // Вісник Вінницького політехнічного інституту. - 2017. - № 1. - С. 70-77. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vvpi\\_2017\\_1\\_13](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vvpi_2017_1_13). (Дата звернення: 04.03.2023)
11. Островська К. Ю. Дослідження технічних індикаторів для оптимальної стратегії біржового ринку з використанням Python та бібліотеки Ta-lib / К. Ю. Островська, Н. О. Кислова, О. О. Головацький // Системні технології. - 2018. - Вип. 5. - С. 71-80. - URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/st\\_2018\\_5\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/st_2018_5_11). (Дата звернення: 04.03.2023)
12. GROBYS, Klaus; AHMED, Shaker; SAPKOTA, Niranjana. Technical trading rules in the cryptocurrency market. Finance Research Letters, 2020, 32: 101396. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1544612319308852> (Дата звернення: 04.03.2023)
13. LI, Yuming; NI, Pin; CHANG, Victor. Application of deep reinforcement learning in stock trading strategies and stock forecasting. Computing, 2020, 102.6: 1305-1322. URL: <http://surl.li/gbowk> (Дата звернення: 05.03.2023)
14. HARI, Yulius; DEWI, Lily Puspa. Forecasting system approach for stock trading with relative strength index and moving average indicator. Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC), 2018, 10.2-3: 25-29. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/270215518.pdf> (Дата звернення: 06.03.2023)
15. AYCEL, Üzeyir; SANTUR, Yunus. A new moving average approach to predict the direction of stock movements in algorithmic trading. Journal of New Results in Science, 2022, 11.1: 13-25. URL: <https://web.archive.org/web/20220511052359id/https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1912987> (Дата звернення: 07.03.2023)
16. Moving Average. Справка по MetaTrader 5. [Електронний ресурс]. URL: [https://www.metatrader5.com/ru/terminal/help/indicators/trend\\_indicators/ma](https://www.metatrader5.com/ru/terminal/help/indicators/trend_indicators/ma) (Дата звернення: 10.03.2023)
17. ZHANG, Zezheng; KHUSHI, Matloob. Ga-mssr: Genetic algorithm maximizing sharpe and sterling ratio method for robotrading. In: 2020 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN). IEEE, 2020. р. 1-8. URL: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/2008/2008.09471.pdf> (Дата звернення: 10.03.2023)
18. HUANG, Zhe; MARTIN, Franck. Pairs trading strategies in a cointegration framework: back-tested on CFD and optimized by profit factor. Applied Economics, 2019, 51.22: 2436-2452. URL: <http://surl.li/gboww> (Дата звернення: 11.03.2023)
19. QuantifiedStrategies. Trading System And Strategy Performance Metrics [Електронний ресурс]. URL: <https://www.quantifiedstrategies.com/trading-strategy-and-system-performance-metrics/>. (Дата звернення: 11.03.2023)
20. ATAS. Core mathematics for Forex traders. Part 2. [Електронний ресурс]. URL: <http://surl.li/gboxx>. (Дата звернення: 12.03.2023)

#### References:

1. ISLAM, Md Saiful; HOSSAIN, Emam. Foreign exchange currency rate prediction using a GRU-LSTM hybrid network. Soft Computing Letters, 2021, 3: 100009. URL: <http://surl.li/gbove>.
2. SOBREIRO, Vinicius Amorim, et al. The profitability of moving average trading rules in BRICS and emerging stock markets. The North American Journal of Economics and Finance, 2016, 38: 86-101. URL: <http://surl.li/gbovl>.
3. SALISU, Afees A.; GUPTA, Rangan; OGBONNA, Ahamuefula E. A moving average heterogeneous autoregressive model for forecasting the realized volatility of the US stock market: Evidence from over a century of data. International Journal of Finance & Economics, 2022, 27.1: 384-400. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/ijfe.2158>
4. YILDIRIM, Deniz Can; TOROSLU, Ismail Hakkı; FIORE, Ugo. Forecasting directional movement of Forex data using LSTM with technical and macroeconomic indicators. Financial Innovation, 2021, 7: 1-36. URL: <http://surl.li/gbovr>.
5. Moving averages: simple and exponential. URL: <http://surl.li/gbovx>.
6. SIM, Hyun Sik, et al. Is deep learning for image recognition applicable to stock market prediction?. Complexity, 2019, 2019. URL: <https://www.hindawi.com/journals/complexity/2019/4324878/>
7. DIACHENKO, Y.A. Rozvytok metodiv prohnuzuvannia dynamiky birzhovyh tsin na silskogospodarski tovary. 2018. URL: <http://surl.li/gbous.pdf>
8. KUO, Shu-Yu; CHOU, Yao-Hsin. Building Intelligent Moving Average-Based Stock Trading

- System Using Metaheuristic Algorithms. IEEE Access, 2021, 9: 140383-140396. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9565877>
9. Dzhusov A. A. Osobennosti primeneniya indikatora "skolzyashchaya srednyaya" dlya povisheniya effektivnosti investirovaniya / A. A. Dzhusov // Visnyk Dnipropetrovskoho universytetu. Seriya : Menedzhment innovatsii. - 2015. - T. 23, vyp. 4. - s. 42-48. - URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vdumi\\_2015\\_23\\_4\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vdumi_2015_23_4_8)
10. Bakai Ye. I. Model pryiniattia rishen dlia finansovykh chasovykh riadiv na osnovi pary serednikh z vykorystanniam otsinky riznykh chasovykh vymiriv / Ye. I. Bakai, V. V. Kabachyi, R. V. Maslii // Visnyk Vinnytskoho politekhnichnoho instytutu. - 2017. - № 1. - S. 70-77. - URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vvpi\\_2017\\_1\\_13](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vvpi_2017_1_13)
11. Ostrovska K. Yu. Doslidzhennia tekhnichnykh indyikatoriv dlia optymalnoi stratehii birzhevoho rynku z vykorystanniam Python ta biblioteki Ta-lib / K. Yu. Ostrovska, N. O. Kyslova, O. O. Holovatskyi // Systemni tekhnolohii. - 2018. - Vyp. 5. - C. 71-80. - URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/st\\_2018\\_5\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/st_2018_5_11)
12. GROBYS, Klaus; AHMED, Shaker; SAPKOTA, Niranjana. Technical trading rules in the cryptocurrency market. Finance Research Letters, 2020, 32: 101396. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1544612319308852>
13. LI, Yuming; NI, Pin; CHANG, Victor. Application of deep reinforcement learning in stock trading strategies and stock forecasting. Computing, 2020, 102.6: 1305-1322. URL: <http://surl.li/gbowk>
14. HARI, Yulius; DEWI, Lily Puspa. Forecasting system approach for stock trading with relative strength index and moving average indicator. Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC), 2018, 10.2-3: 25-29. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/270215518.pdf>
15. AYCEL, Üzeyir; SANTUR, Yunus. A new moving average approach to predict the direction of stock movements in algorithmic trading. Journal of New Results in Science, 2022, 11.1: 13-25. URL: [https://web.archive.org/web/20220511052359id\\_/https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1912987](https://web.archive.org/web/20220511052359id_/https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1912987)
16. Moving Average. Справка по MetaTrader 5. URL: [https://www.metatrader5.com/ru/terminal/help/indicators/trend\\_indicators/ma](https://www.metatrader5.com/ru/terminal/help/indicators/trend_indicators/ma)
17. ZHANG, Zezheng; KHUSHI, Matloob. Ga-mssr: Genetic algorithm maximizing sharpe and sterling ratio method for robotrading. In: 2020 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN). IEEE, 2020. p. 1-8. URL: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/2008/2008.09471.pdf>
18. HUANG, Zhe; MARTIN, Franck. Pairs trading strategies in a cointegration framework: back-tested on CFD and optimized by profit factor. Applied Economics, 2019, 51.22: 2436-2452. URL: <http://surl.li/gboww>
19. QuantifiedStrategies. Trading System And Strategy Performance Metrics [Електронний ресурс]. URL: <https://www.quantifiedstrategies.com/trading-strategy-and-system-performance-metrics/>
20. ATAS. Core mathematics for Forex traders. Part 2. URL: <http://surl.li/gboxx>.