УДК 519.21

О.А. Тихонова, ассистент,
Т.В. Скрипник, ассистент,
Донецький національний технічний університет
oksana.tykhonova@donntu.edu.ua
tetiana.skrypnyk@donntu.edu.ua

Порівняльний імовірнісно-статистичний аналіз сигналів, що генеруються алгоритмами класичного і нового оригінального синтетичного ковзного середнього

В цій роботі проведено порівняльний аналіз імовірнісних показників генерації сигналів класичних алгоритмів прийняття рішень і нового алгоритму синтетичного ковзного середнього на історичних даних добових цін валютних пар євро-долар, що було взято у відкритих джерелах.

Ключові слова: ковзне середнє, зростаючий тренд, регресний тренд, ймовірність, трендові ділянки.
DOI: 10.31474/1996-1588-2018-2-27-93-99

Вступ

Розв'язання задач технічного, економічного, медичного, соціального та інших напрямків зазвичай зводиться до аналізу показників у вигляді випадкового цифрового дискретного ряду. Найбільш зручним методом дослідження динаміки зміни дискретного ряду є графічний метод, що дозволяє виділити наступне: зростаючий тренд, регресний тренд і флет (невпорядкований, хаотичний рух).

Різноманітність індикаторів, їх переваги і недоліки ставлять проблему перед вибором і надійністю отримання сигналів виявлення певної тенденції. Якісною оцінкою роботи індикатора може бути показник сумарної величини ймовірності «корисних» сигналів. [1], [2].

Базовими або класичними алгоритмами для індикаторів технічного аналізу є алгоритми ковзного середнього [2], [3], [8]:

- просте ковзне середнє, формула розрахунку $MA_t = \frac{1}{n}\sum_{i=0}^{n-1} X_{t-i}$,

де MA_t – значення простого ковзного середнього в період часу t;

n – інтервал згладжування;

X_{t-i} – значення елемента дискретного ряду на момент t-i;

- зважене ковзне середнє, формула розрахунку $WMA_t = \frac{\sum_{i=0}^{n-1}(n-i)X_{t-i}}{\sum_{i=1}^{n} i}$,

де WMA_t – значення зваженого ковзного середнього в період часу t;

n – інтервал згладжування;

X_{t-i} – значення елемента дискретного ряду на момент t-i;

- експоненційне ковзне середнє, формула розрахунку $EMA_t = EMA_{t-1} + \alpha \cdot (X_t - EMA_{t-1})$,

де EMA_t – значення експоненційного ковзного середнього в період часу t;

α – ваговий коефіцієнт: α = 2 / (n + 1),

n – інтервал згладжування;

X_t – значення елемента дискретного ряду на момент t-i;

При використанні класичних алгоритмів ковзних середніх необхідно враховувати їх недоліки:

- Тільки на трендових ділянках дискретного ряду існує зручність для їхнього використання;
- Запізнення відгуку щодо елементів дискретного ряду на величину (n-1) / 2, де n - величина вікна усереднення;
- Виникнення суттєвих зміщень при усередненні нелінійних трендів ковзними середніми, бо виділяються не тренди, а їхні лінеаризовані моделі.

Для зменшення впливу вищевказаних недоліків запропоновано новий алгоритм ковзного середнього - синтетичне ковзне середнє (SMA-алгоритм) [4], [5].

За основу SMA - алгоритму було взято алгоритм експоненційного ковзного середнього, в якому впроваджено використання багаторазового усереднення "назад-вперед".

У табл.1 наведено алгоритм отримання нового ковзного середнього для m = 4 [6].

Таблиця 1. Алгоритм формування синтетичного ковзного середнього (SMA).

X_i / Q_i	X_1	X_2	X_3	X_4
I	← $Q_4=Q_3+\alpha(X_1-Q_3)$	$Q_3=Q_2+\alpha(X_2-Q_2)$	$Q_2=Q_1+\alpha(X_3-Q_1)$	← $Q_1=X_4$
II	→ $Q_5=Q_4$	$Q_6=Q_5+\alpha(Q_3-Q_5)$	$Q_7=Q_6+\alpha(Q_2-Q_6)$	→ $Q_8=Q_7+\alpha(Q_1-Q_7)$

У таблиці 1 X_i є елементом досліджуваного часового ряду. Значення Q_i - це звіти виділеного тренду за допомогою SMA. При усередненні «назад» накопичується тимчасова затримка усереднення (групова затримка), яка компенсується при зворотному проході «вперед». Комбінація проходів «назад - вперед» сприяє отриманню значень SMA в потрібний час, відповідного моменту існування X_4 (це дозволяє реалізувати оперативне управління). Величина α (коефіцієнт експоненціального усереднення) визначається як

$$\alpha = \frac{2}{\left(\frac{m}{2}\right)+1}$$

де: m – величина тимчасового вікна усереднення

Відмінність нового SMA від традиційного виразу полягає в тому, що використовується не m, а m/2. Оскільки при подвійному проході (усередненні рівнів часового ряду X_i) еквівалентна величина m подвоюється. Далі як і при реалізації будь-якого алгоритму ковзного усереднення рівень C_1 відкидається і додається новий C_5. Для реалізації, наприклад, m = 8 кількість проходів «назад - вперед» дорівнює відповідно чотирьом («назад - вперед – назад - вперед»). Головний недолік SMA - значення m має бути кратне чотирьом. [6]

Метою даної роботи є порівняльний аналіз імовірнісних величин генерації «корисних» і «шкідливих» сигналів класичних алгоритмів ковзного середнього і нового оригінального алгоритму синтетичного ковзного середнього та побудованих на їх основі індикаторів.

Побудова ймовірнісної моделі процесу

Розглядаючи динаміку зміни експериментального дискретного ряду можна класифікувати два її стану: наявність тенденції і хаос. Дві даних події є, *несумісними* і утворюють повну групу, тобто система може існувати або в одному стані, або в іншому. Аналізуючи отриманий за допомогою індикатора сигнал можна класифікувати два його стану: даний сигнал *вірний* або даний сигнал *не вірний*. Дані події так само є *несумісними*, утворюють *повну групу* і є *протилежними* [7].

Позначимо ймовірність події «сигнал вірний» як $P_{вір}$, а ймовірність події «сигнал не вірний» як $P_{невір}$.

Подія «сигнал вірний» є глобальною і об'єднуючою подією низки дрібніших подій, що утворюють повну групу, як і подія «сигнал не вірний» є глобальною і об'єднуючою подією ряду протилежних дрібніших подій. Відтак, ймовірність $P_{вір}$ складається з суми ймовірностей елементарних подій, що утворюють повну групу подій «сигнал вірний». Це вірно і для $P_{невір}$. У таблиці 1 наведено список ймовірностей, що входять в імовірнісну модель події «генерація сигналу», і утворюють *імовірнісний простір*.

Таблиця 2.

Ймовірності, що утворюють $P_{вір}$	Ймовірності, що утворюють $P_{невір}$
Імовірність сигналу, що вказує на вірну тенденцію P_s	Імовірність пропуску сигналу, що вказує на вірну тенденцію P_{no_s}
Імовірність пропуску сигналу, що вказує на невірну тенденцію P_{no_b}	Імовірність сигналу, що вказує на невірну тенденцію P_b
Імовірність пропуску сигналу, попадання на флет P_{no_f}	Імовірність сигналу, попадання на флет P_f

Отже:

$$P_{вір} = P_s + P_{no_b} + P_{no_f}$$
$$P_{невір} = P_{no_s} + P_b + P_f \quad \textbf{(1)}$$

Як відомо, сума ймовірностей *протилежних* подій дорівнює 1:

$$P_{вір} + P_{невір} = 1 \quad (2)$$

У разі застосування ідеального індикатора $P_{вір} \to 1$, а $P_{невір} \to 0$. На практиці дотримуються наступного правила $P_{вір} \to \max$, а $P_{невір} \to \min$.

Розрахунок ймовірностей:

$$P_s = N_s / N_{заг}, \quad P_{no_b} = N_{no_b} / N_{заг},$$
$$P_{no_f} = N_{no_f} / N_{заг}$$
$$P_{no_s} = N_{no_s} / N_{заг}, \qquad P_b = N_b / N_{заг},$$
$$P_f = N_f / N_{заг}$$

де

$N_{заг}$ – загальна кількість трендових і нетрендових ділянок дискретного ряду:

$$N_{заг} = N_{всх} + N_{нсх} + N_{флет}$$

$N_{всх}$ – загальна кількість зростаючих трендів;

$N_{нсх}$ – загальна кількість регресних трендів;

$N_{флет}$ – загальна кількість флетів;

N_s – кількість сигналів, що вказують на вірну тенденцію;

N_{no_s} – кількість пропущених сигналів, які вказують на вірну тенденцію;

N_{no_b} – кількість пропущених сигналів, що вказують на невірну тенденцію;

N_b – кількість сигналів, які вказують на невірну тенденцію;
N_f – кількість не пропущених флетів;
N_{no_f} – кількість пропущених флетів;

Крім імовірнісних характеристик, в даній роботі виконано розрахунок дисперсії, як показника розсіювання [9] даних дискретного ряду від результатів усереднення. Величина дисперсії в даному випадку якісно характеризує затримку результатів усереднення. Оптимальним алгоритмом ковзних середніх буде алгоритм з мінімальною дисперсією.

Експериментальна частина

В якості дискретного ряду в даній роботі були взяті добові ціни закриття валютної пари Євро - Долар за 2,5 року (2003р. – 2005р.). Побудова графіка, застосування індикаторів і аналіз отриманих сигналів були проведені в трейдерівських програмі TradeStation 2000i. Для створення програм нових індикаторів, які базуються на алгоритмі синтетичного ковзного середнього, був використаний внутрішній редактор мови EasyLanguage PowerEditor програми TradeStation 2000i.

Дослідження проводилися при використанні наступних індикаторів: просте ковзне середнє (MA) 1 лінія, експоненційне ковзне середнє (EMA) 1 лінія, синтетичне ковзне середнє (SMA) 1 лінія, MA 2 лінії, EMA 2 лінії, SMA 2 лінія, MACD класичний, MACD синтетичний, CCI класичний, CCI синтетичний.

Результати досліджень наведені в таблиці 3.

Генерація сигналів з використанням ковзних середніх 1 лінії відбувається за наступним, загальним для них, правилом:

$$\begin{cases} \text{зрост_тренд}, & \text{если } MovAver(m)_i = X_i,\ MovAver(m)_{i+1} < X_{i+1} \\ \text{регр_тренд}, & \text{если } MovAver(m)_i = X_i,\ MovAver(m)_{i+1} > X_{i+1} \end{cases}$$

(3)

де m – величина вікна ковзання;

MovAver – один із запропонованих алгоритмів ковзного середнього;

X – цифровий дискретний ряд;

Рисунки 1 і 2 відображають один і той же фрагмент дискретного ряду з графіками індикаторів EMA 1 лінія і SMA 1 лінія і згенеровані сигнали BUY (зростаючий тренд). Початок кожного сигналу на графіку зазначено темної стрілкою з підписом R1. Графік рисунка 2 значно відрізняється від 1 за кількістю згенерованих сигналів. Обумовлено це тим, що алгоритм синтетичного ковзного середнього є принципово новим, оригінальним алгоритмом ковзних середніх.

Рисунок 1 - Індикатори EMA 1 лінія і сигнали зростаючого тренду

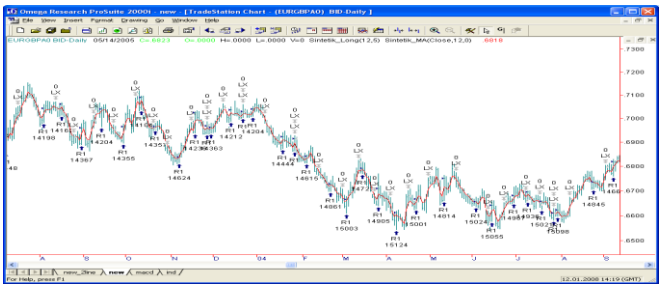

Рисунок 2 - Індикатори SMA 1 лінія і сигнали зростаючого тренду

Генерація сигналів з використанням перетину 2-х ліній ковзних середніх відбувається за наступним, загальним для них, правилом:

$$\begin{cases} \text{зрост_тренд, якщо } MovAver(m1)_i = MovAver(m2)_i, \\ \qquad MovAver(m1)_{i+1} > MovAver(m2)_{i+1},\ MovAver(m1)_i < X_i \\ \text{регр_тренд, якщо } MovAver(m1)_i = MovAver(m2)_i, \\ \qquad MovAver(m1)_{i+1} < MovAver(m2)_{i+1},\ MovAver(m1)_i > X_i \end{cases}$$

(4)

де m1, m2 – величини вікон ковзання швидкої і повільної ліній ковзного середнього, m1<m2;

MovAver – один із запропонованих алгоритмів ковзного середнього;

X – цифровий дискретний ряд;

Приклади використання індикаторів ковзного середнього 2 лінії відображені на рисунках 3, 4.

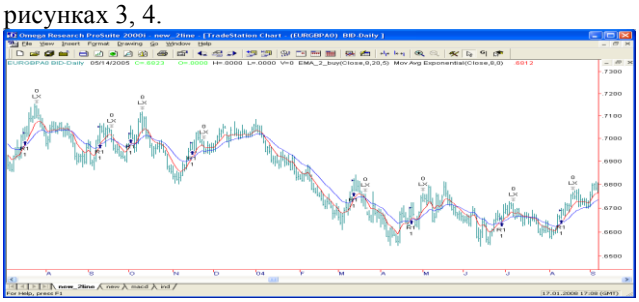

Рисунок 3 - Індикатори EMA 2 лінії і сигнали зростаючого тренду

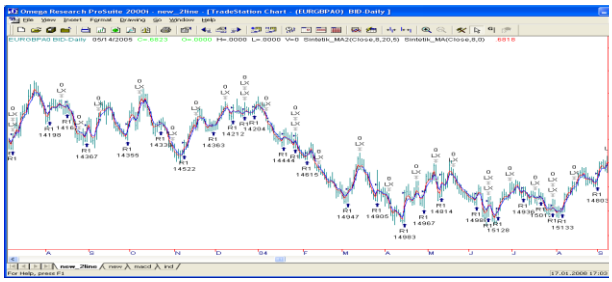

Рисунок 4 - Індикатори SMA 2 лінії і сигнали зростаючого тренду

Правила генерації сигналів для класичного індикатору MACD:

$$\begin{cases} \text{зрост_тренд, якщо } EMA(m)_i = MACD_i > 0, \\ \qquad MACD_{i+1} < EMA(m)_{i+1} \\ \text{регр_тренд, якщо } EMA(m)_i = MACD_i < 0, \\ \qquad MACD_{i+1} > EMA(m)_{i+1} \end{cases} \quad (5)$$

Правила генерації сигналів для синтетичного індикатора MACD:

$$\begin{cases} \text{зрост_тренд, якщо } SMA(m)_i = MACD_S_i > 0, \\ \qquad MACD_S_{i+1} < SMA(m)_{i+1} \\ \text{регр_тренд, якщо } SMA(m)_i = MACD_S_i < 0, \\ \qquad MACD_S_{i+1} > SMA(m)_{i+1} \end{cases} \quad (6)$$

де m=8;

$MACD_i = EMA(12)_i - EMA(28)_i$;

$MACD_S_i = SMA(12)_i - SMA(28)_i$;

Ці дані підібрані з урахуванням особливості алгоритму SMA (працює тільки з вікнами ковзання кратними 4).

Аналіз даних

У досліджуваному дискретному ряду було виділено: зростаючих трендів – 20; регресних трендів – 18; флетів – 9.

Отже, загальна кількість «особливих» ділянок - 47. Задача вирішувалася для регресних і зростаючих трендів окремо. В ідеальному випадку максимальне значення $P_{s\ зрост}$ = 0,426, $P_{s\ регрес}$ = 0,383. Значення $P_{no_b\ зрост}$ = 0,383; $P_{no_b\ регрес}$ = 0, 426 та P_{no_f} = 0,191 (і для зрост. , и для регр. трендів).

Імовірнісна модель складається з шести доданків або трьох повних груп (1); (2). З міркувань теорії рівноможливостей, на кожну з шести ймовірностей доводиться $1/6 \approx 0.1667$ або $1/3 \approx 0.3333$ на кожну повну групу, що складається з двох несумісних подій.

Для аналізу отриманих результатів введемо такі оцінки:

1) Вибір алгоритму ковзних середніх, що мають наступну величину $P_{вір}$: оптимальний алгоритм – $P_{вір}$ >=1/3; менш оптимальний алгоритм – $P_{вір}$ >=1/6; неоптимальний – решта. В таблиці 2 наведені дані, отримані від розрахунку ймовірностей, що утворюють $P_{невір}$ і $P_{вір}$. Нижній рядок відображає результати розрахунку дисперсії.

2) Твердження, що оптимальний алгоритм має $P_{вір}$ >=1/3, будемо використовувати в якості робочої гіпотези і її вірність перевіримо, використовуючи теорему Бернуллі [8]:

$$P\left\{\left|\frac{m}{k} - p\right| \geq \varepsilon\right\} \leq \frac{p(1-p)}{k\varepsilon^2} \quad (7)$$

де m – число настання події A в k незалежних (попарно) випробуваннях,

p – ймовірність настання події A в кожному з випробувань;

$$\varepsilon = \left|\frac{m}{k} - P_{вір}\right| \quad (8)$$

Таблиця 3. Розрахунок ймовірностей і дисперсії.

Імовірність	Складові ймовірності	MA 1 лінія		EMA 1 лінія		SMA 1 лінія		MA 2 лінія		EMA 2 лінія		SMA 2 лінія		MACD		MACD_S		CCI		CCI_S	
		Зрост. тренд	Регр. тренд	Зрост. тренд	Регр. тренд	Зрост. тренд	Регр. тренд	Зрост. тренд	Регр. тренд	Зрост. тренд	Регр. тренд	Зрост. тренд	Регр. тренд	Зрост. тренд	Регр. тренд	Зрост. тренд	Регр. тренд	Зрост. тренд	Регр. тренд	Зрост. тренд	Регр. тренд
$P_{вір}$	P_s	0,319	0,34	0,298	**0,34**	**0,362**	**0,34**	0,17	0,192	0,192	0,234	**0,404**	**0,34**	0,362	0,255	**0,404**	**0,34**	0,234	0,17	**0,277**	**0,298**
	P_{no_b}	0,277	0,319	0,234	0,298	0,192	0,192	0,298	0,383	0,362	0,404	0,234	0,34	0,319	0,255	0,213	0,192	0,340	0,298	0,298	0,277
	P_{no_f}	0,064	0,064	0,085	0,043	0,000	0,021	0,149	0,149	0,192	0,192	0,021	0,021	0,149	0,149	0,021	0,000	0,128	0,128	0,064	0,106
$P_{невір}$	P_{no_s}	0,106	0,043	0,128	0,043	0,064	0,043	0,255	0,192	0,234	0,149	0,021	0,043	0,064	0,128	0,021	0,043	0,192	0,213	0,149	0,085
	P_b	0,106	0,085	0,149	0,128	0,192	0,234	0,085	0,043	0,021	0,021	0,149	0,085	0,064	0,17	0,17	0,234	0,043	0,128	0,082	0,149
	P_f	0,128	0,149	0,106	0,149	0,192	0,17	0,043	0,043	0,000	0,000	0,17	0,17	0,043	0,043	0,17	0,192	0,064	0,064	0,128	0,085
Дисперсия		10,87	14,31	8,14	13,06	4,118	2,25	53,5	41,44	41,44	67,64	3,42	7,75	12,88	40,92	2,84	5	44,91	61,88	23,23	21,07

В таблиці 4 наведені результати розрахунків, виконаних в Microsoft Excel. Розрахунки виконані окремо для сигналів, згенерованих на висхідних і низхідних трендах.

Таблиця 4. Результати розрахунків нерівності теореми Бернуллі

	SMA 1 лінія	EMA 1 лінія	MA 1 лінія	SMA 2 лінії	EMA 2 лінії	MA 2 лінії	MACD_S	MACD	CCI_S	CCI
Зрост. тренд										
m=	17	14	15	19	9	8	19	17	13	9
k=	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
p=	0,426	0,426	0,426	0,426	0,426	0,426	0,426	0,426	0,426	0,426
m/k=	0,3617	0,2979	0,3191	0,4043	0,1915	0,1702	0,4043	0,3617	0,2766	0,1915
eps=	0,0643	0,1281	0,1069	0,0217	0,2345	0,2558	0,0217	0,0643	0,1494	0,2345
прав. част.=	1,258	0,317	0,456	11,003	0,095	0,080	11,003	1,258	0,233	0,095
	ВІРНО	**ВІРНО**	**ВІРНО**	**ВІРНО**	**НЕ ВІРНО**	**НЕ ВІРНО**	**ВІРНО**	**ВІРНО**	**ВІРНО**	**НЕ ВІРНО**
Регрес. тренд										
m=	16	16	16	16	11	9	16	12	14	8
k=	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
p=	0,383	0,383	0,383	0,383	0,383	0,383	0,383	0,383	0,383	0,383
m/k=	0,3404	0,3404	0,3404	0,3404	0,2340	0,1915	0,3404	0,2553	0,2979	0,1702
eps=	0,0426	0,0426	0,0426	0,0426	0,1490	0,1915	0,0426	0,1277	0,0851	0,2128
прав. част.=	2,774	2,774	2,774	2,774	0,227	0,137	2,774	0,308	0,694	0,111
	ВІРНО	**ВІРНО**	**ВІРНО**	**ВІРНО**	**ВІРНО**	**НЕ ВІРНО**	**ВІРНО**	**ВІРНО**	**ВІРНО**	**НЕ ВІРНО**

Аналіз результатів

MA 1 лінія і EMA 1 лінія: мають середні можливості $P_{вір}$ и $P_{невір}$; високий показник дисперсії характеризує високу величину запізнювання подачі правильного сигналу. Це явище пояснюється тимчасовим запізненням і лінеаризацією нелінійних трендів [1], і призводить до того, що дослідником вирішення буде прийнято не на початку тенденції, а наприкінці.

SMA 1 лінія. Даний алгоритм відрізняє висока ймовірність подачі правильних сигналів при мінімальній величині дисперсії, що гарантує своєчасну подачу правильного сигналу. Декореляція результатів усереднення, зменшення ефекту лінійних частотних спотворень і ефекту лінеаризації виділення нелінійних трендів [1], [3], [5] призводять до мінімального ефекту зміщення і підвищують «чутливість» даного індикатора до цифрового дискретного ряду. Ці особливості свідчать про те, що у даного індикатора висока ймовірність подачі помилкових сигналів.

MA 2 лінії та EMA 2 лінії. Мають низьку ймовірність подачі правильних сигналів при високій ймовірності неподання неправильних сигналів і високою ймовірністю пропуску правильних сигналів. Використання перетину «швидкої» і «повільної» ліній веде до «симбіозу» характеристик ковзних середніх: індикатор з меншим вікном ковзання має менше лінійних частотних спотворень і менший ефект лінеаризації нелінійних трендів; і навпаки, у іншого індикатора з більшою величиною вікна ковзання даний алгоритм покращує якість сигналів, що генеруються, при цьому збільшує тимчасові запізнювання, які визначаються величиною вікна ковзання «повільної» лінії.

SMA 2 лінії. Ймовірність подачі правильних сигналів – висока (прямує до ідеальної). Особливістю даного алгоритму є той факт, що з ростом вікна ковзання ефективна частота зрізу залишається постійною і відбуваються незначні відставання результатів усереднення від реальних трендів. Тому, в даному випадку, симбіоз «швидкої» і «повільної» ліній призводить до невеликого відсіювання хибних сигналів. Даний алгоритм, як і алгоритм SMA 1 лінія, не менш відчутно реагує на найменші коливання значень цифрового дискретного ряду.

Індикатор MACD. Має високу ймовірність подачі правильного сигналу і високу ймовірність неподання неправильного сигналу, а також низьку ймовірність генерації сигналу на ділянці флету. Але, базуючись на алгоритмі експоненційного ковзного середнього, має всі недоліки даного алгоритму і високий показник дисперсії.

Індикатор MACD_S. Аналогічно індикатору SMA 2 лінії, має найвищу ймовірність подачі правильного сигналу. Базуючись на алгоритмі синтетичного ковзного середнього, володіє мінімальним показником співвідношень між двома синтетичними ковзними лініями. Це призводить до генерації великої кількості помилкових сигналів.

Висновки

1. Індикатори технічного аналізу, що базуються на класичних алгоритмах ковзного середнього, мають $P_{вір}$ вище, ніж індикатори, засновані на алгоритмі синтетичного ковзного середнього. Однак дана перевага досягається не високим показником ймовірності генерації правильного сигналу, а високим показником імовірності не згенерувати невірний сигнал.

2. При лінійних частотних спотвореннях і лінеаризації нелінійних трендів, генерація вірного сигналу відбувається за тієї умови, що довжина виділюваного тренду перевищуватиме величину вікна ковзання. Але навіть в цьому випадку генерація вірного сигналу може виявитися марною через тимчасове запізнювання. Дані індикатори рекомендуються до застосування тільки на трендових ділянках дискретного ряду за умови, що довжина виділюваного тренду значно вище величини вікна ковзання.

3. Індикатори, засновані на алгоритмі синтетичного ковзного середнього, мають дуже високу ймовірність генерації вірних сигналів. При цьому інші доданки $P_{вір}$ мають низькі показники.

Алгоритм синтетичного ковзного середнього (SMA) формує статистично незалежні результати усереднення, що характеризуються мінімальними лінійно-частотними спотвореннями в смузі прозорості. Це призводить до мінімального ефекту зміщення отриманих результатів усереднення від даних цифрового дискретного ряду. Наслідком цього, є, з одного боку, мінімальний показник дисперсії, як оцінки своєчасності генерації вірного сигналу. З іншого боку алгоритм SMA тонко реагує на найменші коливання дискретного ряду. Це дозволяє використовувати дані індикатори як осцилятори і досліджувати з їх допомогою короткочасні тенденції

Список літератури

1. Tim Leung, Xin Li Optimal Mean Reversion Trading: Mathematical Analysisand Practical Applications, World Scientific - 2015. – 220 с.
2. Edward E Williams, John A Dobelman Quantitative Financial Analytics:The Path to Investment Profits, World Scientific - 2017. – 620 с.
3. Valeriy Zakamulin Market Timing with Moving Averages: The Anatomy and Performance of Trading Rules (New Developments in Quantitative Trading and Investment), Palgrave Macmillan - 2017. – 278 с.
4. Смирнов А., Тихонова О. Секрет совершенства индикаторов Марка Джурика раскрыт? // Валютный спекулянт. –2006. – №1. – С.32-35
5. Смирнов А., Тихонова О. Выделение трендов с минимально возможной колеблемостью // Научные работы ДонНТУ–2007, серия Информатика, кибернетика и вычислительная техника, выпуск 8. – С.256-261.
6. Тихонова О. А. Новый класс синтетических индикаторов, Материалы второй международной научно-технической конференции // ДонНТУ-2007. – С.271-277
7. Венцель Е. С. Теория вероятностей // Москва. –2001. – 576 с.
8. Стивен Б. Акелис Технический анализ от А до Я. // Москва. – 1999. –735 с.
9. Орлов А.И. Прикладная статистика. // Москва. – Экзамен. – 2004. – 656 с.

References

1. Tim Leung, Xin Li Optimal Mean Reversion Trading: Mathematical Analysisand Practical Applications, World Scientific - 2015. – 220 с.
2. Edward E Williams, John A Dobelman Quantitative Financial Analytics:The Path to Investment Profits, World Scientific - 2017. – 620 с.
3. Valeriy Zakamulin Market Timing with Moving Averages: The Anatomy and Performance of Trading Rules (New Developments in Quantitative Trading and Investment), Palgrave Macmillan - 2017. – 278 с.

4. Smirnov A., Tykhonova O. The secret of Marc Djurik's indicators of perfection is revealed? // Currency speculator. –2006. – №1. – C.32-35
5. Smirnov A., Tykhonova O. Allocation of trends with the least possible oscillation // Scientific works of DonNTU –2007, series Informatics, cybernetics and computing engineering, issue 8. – C.256-261.
6. Tykhonova O. A. New Class of Synthetic Indicators, Materials of the Second International Scientific and Technical Conference // DonNTU -2007. – C.271-277
7. Wenzel E. C. Theory of probabilities // Moscow. –2001. – 576 c.
8. Steven B. Akelis Technical analysis from A to Z. // Moscow. – 1999. –735 c.
9. Orlov A.I.. Applied statistics. // Moscow. – Exam. – 2004. – 656 c.

Надійшла до редакції 10.11.2018

О.А. ТИХОНОВА, Т.В. СКРИПНИК
Донецкий национальный технический университет

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ВЕРОЯТНОСТНО-СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СИГНАЛОВ, ГЕНЕРИРУЕМЫХ АЛГОРИТМАМИ КЛАССИЧЕСКОГО И НОВОГО ОРИГИНАЛЬНОГО СИНТЕТИЧЕСКОГО СКОЛЬЗЯЩЕГО СРЕДНЕГО

В этой работе проведен сравнительный анализ вероятностных показателей генерации сигналов классических алгоритмов принятия решений и нового алгоритма синтетического скользящего среднего на исторических данных суточных цен валютных пар евро-доллар, взятых в открытых источниках.

Ключевые слова: скользящее среднее, растущий тренд, убывающий тренд, вероятность, трендовые участки.

O. A.TYKHONOVA, T.V. SKRYPNYK
Donetsk National Technical University

COMPARATIVE PERFORMANCE AND STATISTICAL ANALYSIS OF SIGNALS GENERATED BY ALGORITHMS OF CLASSICAL AND NEW ORIGINAL SYNTHETIC CROSS-BROAD AVERAGE

In this work a comparative analysis of probabilistic indicators of the generation of signals of classical decision-making algorithms and a new synthetic moving average algorithm on historical data of daily prices of euro-dollar currency pairs, which was taken in open sources, was carried out. Indicators based on the synthetic moving average algorithm have a very high probability of generating the correct signals.

With linear frequency distortions and linearization of nonlinear trends, the generation of the correct signal takes place under the condition that the length of the allocated trend exceeds the size of the sliding window. But even in this case, the generation of the correct signal may prove useless due to a temporary delay. These indicators are recommended for application only on trendy sections of a discrete series, provided that the length of the allocated trend is much higher than the size of the sliding window.

The Synthetic Moving Average (SMA) algorithm generates statistically independent averaging results that are characterized by minimal linear frequency distortions in the transparency band. This results in a minimal effect of biasing the resulting averaging results from digital discrete data. As a consequence of this, there is, on the one hand, a minimum dispersion index, such as the timing of the generation of the correct signal. On the other hand, the SMA algorithm finely reacts to the smallest fluctuations of the discrete series. This allows using these indicators as oscillators and exploring with them the short-term trends.

Keywords: moving average, increasing trend, recourse trend, probability, trend area.