

## 7. МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

DOI: <https://doi.org/10.32838/2523-4803/69-5-53>

УДК 336.76

### **Запорожцев С.Ю.**

кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних технологій,  
Харківський торговельно-економічний інститут  
Київського національного торговельно-економічного університету

### **Зміївська І.В.**

старший викладач кафедри інформаційних технологій,  
Харківський торговельно-економічний інститут  
Київського національного торговельно-економічного університету

### **Обоянська Л.А.**

старший викладач кафедри інформаційних технологій,  
Харківський торговельно-економічний інститут  
Київського національного торговельно-економічного університету

### **Zaporozhtsev Sergiy, Zmiivska Irina, Oboyanska Lubov**

Kharkov Institute of Trade and Economics of  
Kyiv National University of Trade and Economics

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОКАЗНИКІВ СТІЙКОСТІ БІРЖОВИХ ТОРГОВИХ СТРАТЕГІЙ НА РЕЗУЛЬТАТИ ЇХНЬОЇ РОБОТИ

*У статті розглянуто проблеми аналізу біржових торгових стратегій та інвестиційних інструментів щодо їх стійкості. Як вхідні дані використано показники прибутковості публічних інвестиційних рахунків одного з небіржових брокерів. Для спрощеного оцінювання стійкості стратегій запропоновано використовувати коефіцієнт асиметрії вибірки денних прибутковостей. Досліджені залежності прибутковості рахунків від стійкості. Встановлено, що більшість трейдерів застосовує занадто ризиковані методи торгівлі, що суттєво відображається на їх результатах. Запропоновано імітаційну модель відбору найстійкіших інвестиційних інструментів. Описаний підхід застосовувався не тільки для відбору активів, але й для мінімізації ризиків та управління ними в процесі здійснення інвестиційної діяльності. Отримані результати свідчать про ефективність запропонованого підходу за умови достатньої диверсифікації та активного управління ризиками.*

**Ключові слова:** фінансові ринки, торгові стратегії, інвестиційні інструменти, фінансові часові ряди, стійкість торгових систем, асиметрія розподілу стохастичних величин.

**Постановка проблеми.** Сучасні фінансові ринки мають можливості, небачені в минулому столітті. Більшість бірж вже перейшла винятково на електронну форму торгівлі. Глобалізація та простота інвестування на таких ринках, знижені вимоги до фінансового забезпечення, можливість брокерів надавати кращі умови своїм клієнтам залучають до трейдингу найширші маси приватних інвесторів. Науково-технічний прогрес дає абсолютно нові можливості, такі як алгоритмізація трейдингу, створення інтелектуальних систем і систем високочастотної торгівлі ("high-frequency trading", HFT), оцінювання й аналіз великих сукупностей даних ("big data"). Все це поро-

джує й посилює вже наявні проблеми інвесторів, зокрема існує суттєва нестабільність волатильності, ліквідності та прибутковості інструментів і торгових стратегій.

Останнім часом спостерігається високий інтерес до інвестиційної діяльності з використанням нових як біржових, так і небіржових фінансових інструментів. З'являються не тільки похідні інструменти (на зразок ф'ючерсів та опціонів), але й синтетичні аналоги мікрофондів, у яких приватні особи можуть складати власні інвестиційні портфелі, вибираючи з публічних торгових рахунків та копіюючи їх операції з тим чи іншим рівнем ризику.

Проблема полягає в тому, що інвестор, як правило, не має інформації, знань та достатнього досвіду для оцінювання торгових стратегій, тому вибір «красивих» історичних графіків прибутковості, як правило, в реальності виявляється невдалим. Результатом є втрачені інвестиції та негативний інформаційний фон навколо індустрії.

Отже, питання дослідження торкаються не тільки отримання прибутку, але й уникнення катастрофічних збитків, що є актуальним для багатьох приватних інвесторів. Для вирішення проблеми необхідно на підставі доступної публічної інформації чисельним чином оцінювати стійкість вживаних трейдерами торгових систем і відмовлятися від інвестування в ті рахунки й стратегії, які є занадто ризикованими.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Якщо говорити безпосередньо про біржові торгові системи, то їх побудовою останнім часом активно займаються багато фахівців, зокрема Р. Колбі [1], Дж. Мерфі [2]. Дослідження стійкості (робастності) систем пов'язані з невизначеністю функціонування об'єкта та різними неврахованими факторами зовнішнього середовища. Питанням стійкості систем присвячені роботи таких авторів, як В. Нікіфоров [3], В. Охорзін [4].

Одним з нових методів є запропонований Н. Талебом ймовірнісний підхід до дослідження характеристик систем [5]. На його думку, системи потрібно оцінювати за характером нелінійності їх реакції на позитивні й негативні зовнішні фактори. При цьому система може проявляти себе в різних умовах як стійка, крихка й «антикрихка». Цей підхід було покладено в основу дослідження.

**Формулювання цілей статті.** Метою статті є аналіз показників стійкості публічних інвестиційних інструментів, виявлення можливих залежностей результатів від крихкості вживаних трейдерами стратегій, пропозиція моделі інвестиційних рішень, що є найбільш прийнятними щодо їх стійкості.

**Виклад основного матеріалу.** Біржова торгова стратегія (ТС) відрізняється від механічних, динамічних та інших систем, які описані в теорії автоматичного управління, класичній теорії стійкості тощо. ТС загалом є набором інформаційних функцій-тригерів, на вході яких поступає різноманітна інформація (дані графіків, стрічки операцій, дані про миттєву ліквідність або «стакани», стан власного рахунку, новини тощо), а на виходах виникають управляючі сигнали з дискретністю, рівною мінімально допустимому розміру операції (лот, контракт, тощо) певного фінансового активу. Отже, сама ТС не керує рахунком, а лише вибирає точки для входу в ринок і виходу з нього згідно із закладеними в стратегії правилами. Динаміка прибутковості рахунку, керованого ТС, буде деякою дискретно-часовою функцією від динаміки цін активів, що торгуються:

$$Q(t) = \sum_i^{i'} K_i(t) \times \Phi(C_i(t)), \quad (1)$$

де  $t$  – час;  $i = (1 \dots i')$  – номер торгового інструменту;  $K_i(t) \in Z$  – ціла величина, що показує те, скільки лотів і в якому напрямі відкрито зараз;  $C_i(t)$  – часовий ціновий ряд (біржова ціна);  $\Phi()$  – функція, яка залежить від типу біржового інструменту (наприклад, вона може бути лінійною в разі торгівлі базовими активами або нелінійною в разі використання деривативів).

Фінансові часові ряди (наприклад, біржові ціни) є стохастичними, дискретними, нестационарними, фрактальними. Як будь-яке економіко-соціально-історичне явище, фінансові ряди не повторюються, тобто неможливо провести науковий експеримент і довести дослідним шляхом якусь гіпотезу «що було б, якби...». Через свою нестационарність фінансові часові ряди погано піддаються прогнозуванню. Таким чином, спрогнозувати майбутні результати роботи ТС малоімовірно. Підсумковий результат роботи всієї ТС надає сума результатів окремих операцій. Проте треба розуміти, що майбутні розподіли ймовірностей відрізнятимуться від їх історичних значень, тому пошук параметрів системи, за яких результат був би історично кращим, як правило, приводить до того, що в реальності практично всі такі переоптимізовані системи показують суттєво гіршу торгівлю.

Дискретність біржових цін створює проблеми дискретизації не тільки за ціною, але й за часом (мінімальний тайм-фрейм). Крім того, брокери без згоди клієнта не розкривають дані про його торгівлю, тому доводиться обмежуватися доступними даними за коливаннями прибутковості в біржовому форматі OHLC у відсотках на вибраному тайм-фреймі. Існує також особливість оброблення даних про прибутковість, виражену у відносних величинах (відсотках). Для рівномірності масштабування на всіх інтервалах необхідно використовувати не лінійну, а логарифмічну шкалу.

Поширений підхід вимірювання волатильності активів як ступеня ризику недоцільно застосовувати безпосередньо до ТС. З одного боку, ТС може використовувати зростання волатильності на свою користь, наприклад варіації імпульсних систем, деривативні синтетичні позиції. З іншого боку, ТС може оперувати декількома фінансовими активами, а графік прибутковості буде відображати саме сукупну позицію, поведінка якої буде пов'язана не тільки з волатильністю активів, але й з їх взаємною кореляцією.

На відміну від поширених підходів через оптимізацію параметрів ТС для отримання щонайвищих значень статистичних коефіцієнтів (коефіцієнти Шарпа, Швагера, Сортіно тощо), автори застосували ідеї Н. Талеба [5].

Нехай є модель системи  $f(x|\bar{\alpha})$ , де  $\bar{\alpha}$  – середня очікувана змінна при відомому розподілі  $\phi(\alpha)$  в області  $\wp_\alpha$

$$\bar{\alpha} = \int_{\wp_\alpha} \alpha \phi(\alpha) d\alpha. \quad (2)$$

Оскільки для параметра  $\alpha$  відома тільки його оцінка, то, стохастизуючи його, ми можемо виміряти схильність функції до опуклості як різницю між її зна-

ченням в області, що інтегрується, та значенням для середнього  $\bar{\alpha}$ . Задавши при цьому межу  $K$ , отримаємо загальне рівняння неврахованої крижкості системи:

$$\omega_B(K) \equiv \int_{-\infty}^K \int_{\varphi_a} f(x|\alpha)\phi(\alpha)d\alpha dx - \int_{-\infty}^K f(x|\left(\int_{\varphi_a} \alpha\phi(\alpha)d\alpha\right))dx \cdot (3)$$

Для його вирішення Н. Талеб пропонує використувати інтерполяцію або вивчати  $\omega_B$  за допомогою точкових оцінок. Проте на практиці ми пропонуємо застосувати більш простий підхід через побудову розподілу, наприклад, різниць коливань денних прибутковостей та обчислення для цієї вибірки коефіцієнта асиметрії (рис. 1). Негативний коефіцієнт асиметрії покаже, що в системі присутня крижкість, а позитивний свідчитиме про малу вірогідність настання критичних подій. Розглянемо на практичному прикладі те, що такий простий підхід допомагає вибрати найстійкіші стратегії та отримати прибуток в разі інвестування.

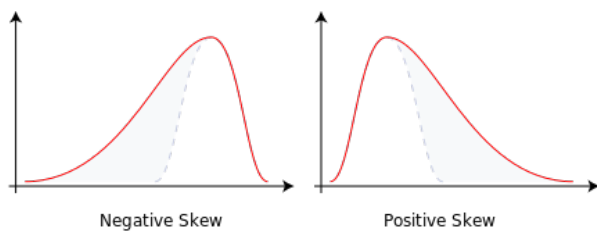


Рис. 1. Розподіл за різних коефіцієнтах асиметрії (крижкості)

Як вхідні дані для дослідження вибрана база клієнтів, що використовують так звані публічні ПАММ-рахунки торгового майданчика одного з брокерів на валютному ринку [6]. Брокер надає у відкритому доступі в реальному часі дані про прибутковість (у форматі OHLC денного й годинного тайм-фреймів) і деякі статистичні характеристики кожного публічного рахунку, не розкриваючи всіх подробиць торгівлі клієнта. В середньому кількість відкритих рахунків у цього брокера становить близько 4 000, при цьому є дані про архівні та вже закриті рахунки. Загалом такий сервіс існує на цьому ресурсі майже 10 років, завдяки чому створена досить суттєва база даних. Так, в архіві є інформація про більш ніж 80 000 рахунків, чого ціл-

ком достатньо для оброблення й здобуття необхідної статистики.

Завдання першого етапу дослідження полягало у відборі із загальної маси рахунків тих, які відповідають вимогам, таким як:

- рахунок повинен мати досить тривалу історію (не менше року);
- рахунок повинен бути закритим;
- максимум прибутковості не повинен потрапляти на початковий період існування рахунку (щоби була можливість пошуку кількісних характеристик до досягнення максимуму).

Застосувавши фільтр за перших двох умов, одержуємо вибірку з приблизно 4 300 рахунків. Більшість інших рахунків є збитковими, тобто не менше 90% рахунків терплять поразку впродовж першого ж року свого існування. Третя умова дала статистику за часом досягнення максимальної прибутковості, яка представлена на рис. 2.

Так, близько 700 рахунків досягли максимуму прибутковості в перший місяць свого існування (до 25 робочих днів). Періоди від 100–125 днів до приблизно річного інтервалу (250 робочих днів) складають практично рівномірний розподіл часу максимуму, після чого відбувається поступовий асимптотичний спад.

Пояснюється така форма залежності досить просто. Як правило, в перші тижні й місяці існування рахунку клієнтами застосовуються підвищені ризики для найрізкішого зростання, що виразилося у відсіві не менше 15–25% рахунків в перші місяці. Крім того, рахунки, що протрималися на ринку суттєвий час, свідчать про деякий професіоналізм їхніх трейдерів, велика частина яких ретельно тестує свої ТС перед постановкою в реальну торгівлю. Цей фактор забезпечує приблизну рівномірність досягнення максимумів у період від півроку до року (125–270 робочих днів), що видно на графіку. Після цього суттєву роль починають відгравати вже зміни в динаміці ринкових цін, і не всі трейдери можуть адекватно реагувати на такі виклики.

Виходячи з отриманих даних, ухвалюємо рішення, що час досягнення максимуму прибутковості рахунку не може бути меншим за півроку (приблизно 125 робочих днів). При цьому в розрахунках не повинні брати

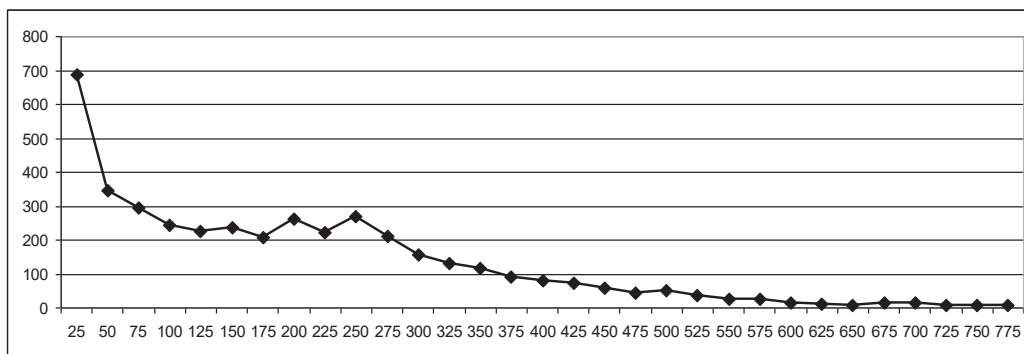


Рис. 2. Розподіл днів максимумів прибутковості

участь дані за перші 2–3 місяці існування рахунку. Цей фільтр залишив близько 2 500 рахунків. Попереднє оброблення їх статистики показало, що прибуткових та збиткових рахунків приблизно порівну, але середні показники є діаметрально різними. Так, збиткові рахунки в середньому втрачали в результаті близько 99% (практично цілком розорялися). Водночас прибуткові показали результат у середньому +110%. При цьому середні показники крижкості перших і других різняться більш ніж у 7 разів, а асиметрії – майже в 3 рази. Оскільки характеристики рахунку заздалегідь невідомі, а інвестування відбувається не в точці початку роботи рахунку, ці дані неможливо безпосередньо використовувати під час прийняття інвестиційних рішень. Розподіл результатів рахунків наведений на рис. 3. Добре видний лівий «важкий хвіст» підвищених ризиків, вживаних на рахунках стратегій.

Якщо розглянути залежність швидкості просідання рахунку після досягнення максимуму від волатильності денних прибутковостей (рис. 4) та побудувати лінію тренду, ми побачимо, що просідання має слабо виражену позитивну кореляцію з показником денної волатильності. Лінійний коефіцієнт тренду при цьому більше двох, а це вказує на те, що швидкість історичного просідання (фактичних збитків), як правило, перевищує волатильність зростання прибутковості. Це говорить про недооцінку ризику учасниками ринку.

Розподіл середніх позитивних та негативних денних прибутковостей підтверджує схильність трейдерів до утримання збитків та швидкого отримання прибутку (рис. 5). Форма розподілу з невеликою асиметрією в негативний бік свідчить про наявність крижкості у спостережуваних системах.

Нарешті, розглянемо результати роботи імітаційної моделі з наступними вхідними даними. Початком умовного «інвестування» в рахунок є 125-й день. При цьому відбираються рахунки з максимальною позитивною асиметрією денних коливань. Кількість рахунків у портфелі становить від 10 до 100. Оскільки не

існує сильної кореляції між показниками крижкості та остаточним результатом рахунку, а інвестиції поступають не з початку його існування, велика кількість інвестицій буде повністю втрачена. Для зменшення ризиків використана аналогія переміщення стоп-наказу в область беззбитковості. За кожного досягнення прибутку у 100% він повністю вилучається. Результати роботи цієї моделі представлені на рис. 6.

Видно, що такий підхід дає змогу отримати досить стійкі результати за прибутком у 20–35% за викорис-

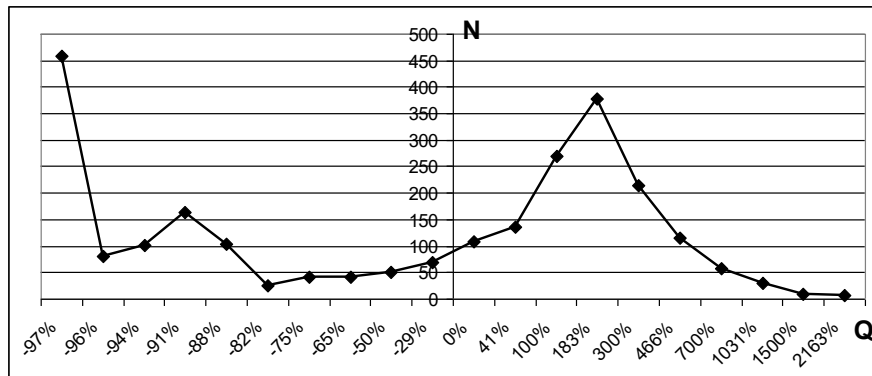


Рис. 3. Розподіл підсумкових результатів рахунків

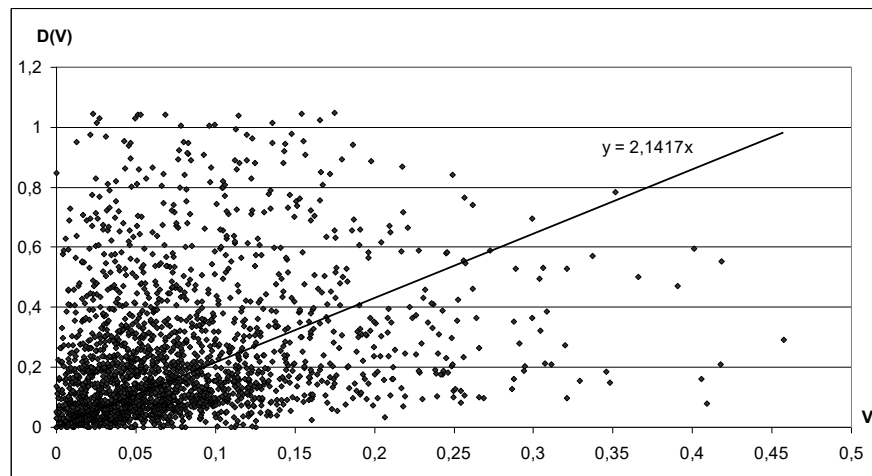


Рис. 4. Залежність швидкості просідання від волатильності

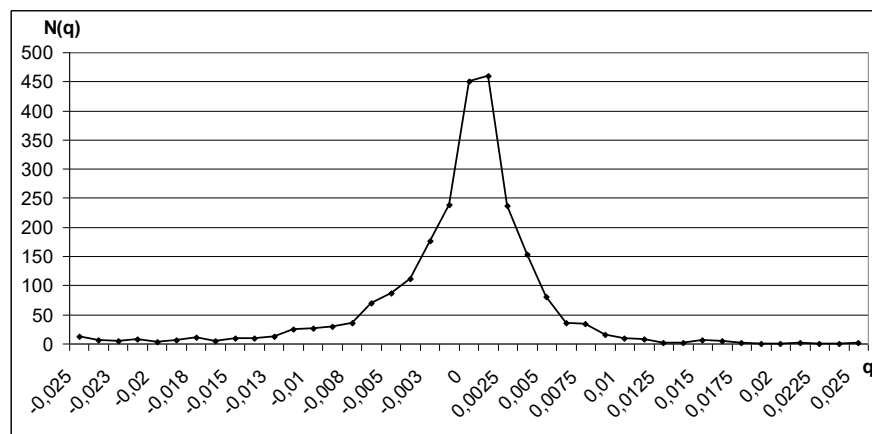


Рис. 5. Розподіл значень коефіцієнта крижкості

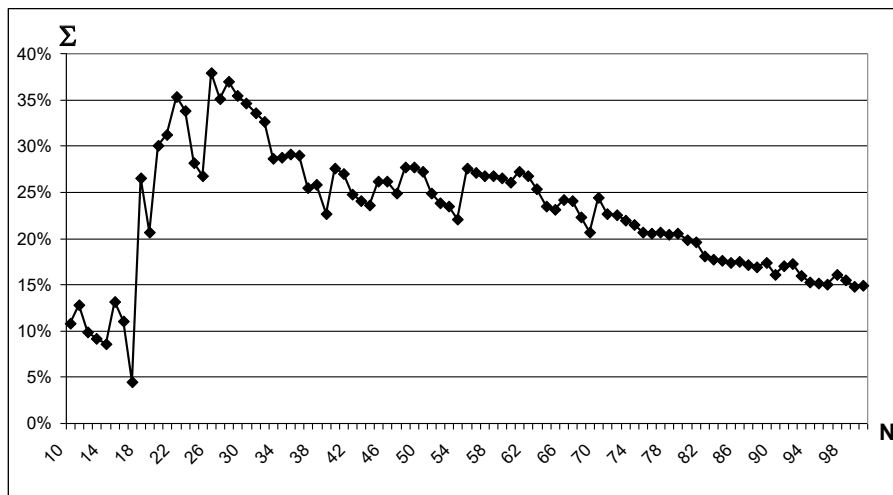


Рис. 6. Результати імітаційного моделювання

тання диверсифікації по декількох десятках рахунків (в приблизному діапазоні N від 20 до 80 рахунків). За малої диверсифікації є ризик підвищеної волатильності підсумкових результатів. За занадто великої диверсифікації сумарний прибуток закономірно знижується.

**Висновки.** Загалом підтверджується слабо виражена кореляція між волатильністю прибутковості в період зростання та швидкістю просідання.

Розподіл та асиметрія денних прибутковостей вказує на те, що більшість трейдерів схильна застосову-

вати нестійкі торгові системи й методи навіть в період зростання, даючи змогу своїм рахункам більше перебувати в областях збитків, ніж у прибуткових рухах. Такий підхід, з одного боку, суперечить ринковим постулатам «тренд – твій друг», «ріж збитки, накопичуй прибуток», а з іншого боку, лише підтверджує давню біржову істину про те, що більшість на ринку («ринковий наговп») втрачає свої гроші, використовуючи крихкі системи.

Побудована імітаційна модель свідчить про можливість позитивного резуль-

тату інвестування за достатньої диверсифікації та обов'язкового активного управління ризиками через регулярну часткову фіксацію прибутку.

Напрямом подальших досліджень може бути оцінювання статистичних показників волатильності прибутковості щодо їхньої кластеризації, а також побудова й перевірка моделей більш жорсткого відбору стратегій з урахуванням інших доступних характеристик (зокрема, левериджу, який використовується на рахунках).

#### Список літератури:

1. Колби Р. Энциклопедия технических индикаторов рынка / пер. с англ. 2-е изд. Москва : Альпина Пабlishер, 2018. 837 с.
2. Мэрфи Дж. Технический анализ фьючерсных рынков / пер. с англ. Москва : Альпина Пабlishер, 2014. 610 с.
3. Никифоров В. Адаптивное и робастное управление с компенсацией возмущений. Санкт-Петербург : Наука, 2003. 282 с.
4. Охорзин В. Оптимизация экономических систем. Москва : Финансы и статистика, 2005. 144 с.
5. Талеб Н. Антихрупкость. Как извлечь выгоду из хаоса / пер. с англ. Москва : Азбука-Аттикус, 2015. 762 с.
6. Рейтинг ПАММ-счетов – инвестиционный сервис от Альпари. URL: <https://alpari.com/ru/invest/pamm> (дата звернення: 05.10.2019).

#### References:

1. Kolbi R. (2018) Enciklopediya tekhnicheskikh indikatorov rynka : per. s angl. 2-e izd. [Encyclopedia of technical market indicators]. Moscow : Al'pina Pablsher, 837 p. (in Russian).
2. Merfi Dzh. (2014) Tekhnicheskij analiz f'yuchersnyh rynkov : per. s angl. [Technical analysis of futures markets]. Moscow : Al'pina Pablsher, 610 p. (in Russian).
3. Nikiforov V. (2003) Adaptivnoe i robastnoe upravlenie s kompensaciej vozmushchenij. [Adaptive and robust control with disturbance compensation]. Sankt-Peterburg : Nauka, 282 p. (in Russian).
4. Ohorzin V. (2005) Optimizaciya ekonomicheskikh sistem. [Optimization of economic systems]. Moscow : Finansy i statistika, 144 p. (in Russian).
5. Taleb N. (2015) Antihrupkost'. Kak izvlech' vygodu iz haosa : per. s angl. [Antifragility. How to capitalize on chaos]. Moscow : Azbuka-Attikus, 762 p. (in Russian).
6. Rejting PAMM-schetov – investicionnyj servis ot Alpari. [PAMM-accounts rating – investment service from Alpari]. Available at: <https://alpari.com/ru/invest/pamm> (accessed: 05.10.2019).

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОСТИ БИРЖЕВЫХ ТОРГОВЫХ СТРАТЕГИЙ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ИХ РАБОТЫ

*В статье рассмотрены проблемы анализа биржевых торговых стратегий и инвестиционных инструментов касательно их устойчивости. В качестве исходных данных использованы показатели прибыльности публичных инвестиционных счетов одного из небиржевых брокеров. Для упрощенного оценивания устойчивости стратегий предложено использовать коэффициент асимметрии выборки дневных прибыльностей. Исследованы зависимости прибыльности счетов от устойчивости. Установлено, что большинство трейдеров применяет слишком рискованные методы торговли, что существенно отражается на их результатах. Предложена имитационная модель отбора наиболее устойчивых инвестиционных инструментов. Описанный подход применялся не только для отбора активов, но и для минимизации рисков и управления ими в процессе осуществления инвестиционной деятельности. Полученные результаты свидетельствуют об эффективности предлагаемого подхода при условии достаточной диверсификации и активного управления рисками.*

**Ключевые слова:** финансовые рынки, торговые стратегии, инвестиционные инструменты, финансовые временные ряды, устойчивость торговых систем, асимметрия распределения стохастических величин.

## RESEARCH OF THE INFLUENCE OF INDICATORS OF STABILITY OF EXCHANGE TRADING STRATEGIES ON THE RESULTS OF THEIR OPERATION

*Lately there are synthetic analogues of investment micro-funds, in which private investors can make own investment brief-cases, appear, choosing from the great number of public accounts and copying their transactions with that or other level of risk. A problem consists that an investor here, as a rule, does not have information, knowledges and sufficient experience for evaluation of trading strategies. The aim of this research is to analyze the indexes of stability of public investment instruments, to find out possible dependences of results on the indexes of fragility of the strategies used by traders, and also offer investment solution most acceptable from point of its stability. The methods of systems analysis, theory of chances, mathematical statistics and imitation design are applied in research. As an informative base the labors of domestic and foreign authors, and also statistical information, from the opened sources are used. Financial time series (exchange prices) are discrete, stochastic, stationary, fractal. The dynamics of profitableness of account, guided trading system will be to certain a discrete-time function from the dynamics of prices of trade assets. As risk measures unsurpassed to apply widespread approach of measuring of volatility assets directly to trading systems. It is proposed to apply a simple approach through building the distribution of differences in fluctuations of daily returns and calculating the asymmetry coefficient for this sample. This idea was used in the construction and testing of a simulation model for determining the stability of trading strategies based on open data of brokerage accounts. The correlation between volatility profitableness in the period of growth and speed of drawdown is confirmed poorly. Evaluation of stability from point of distributing and asymmetry of daily profits specifies on that most traders are inclined to apply the unsteady trading systems and methods, even in the period of growth allowing the abacuses anymore to be in the regions of losses, than in profitable motions. The built simulation model testifies to possibility of positive result of investing during sufficient diversification and obligatory active management by the risks through the regular partial fixing of profit.*

**Key words:** financial markets, trading strategies, investment tools, financial time series, stability of the trade systems, asymmetry of distributing of stochastic values.