

УДК 336.76:519.2:330.43

ЭНТРОПИЯ ФИНАНСОВОЙ СИСТЕМЫ: КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ БЕСПОРЯДКА, РИСКА И ДИНАМИКИ РЫНКА

Терентьев А.А.*Магистрант**Казанский (Приволжский) федеральный университет,**Казань, Россия***Ветошкина Е.Ю.***к.э.н., доцент,**Казанский (Приволжский) федеральный университет,**Казань, Россия*

Аннотация

Статья предлагает целостный обзор финансовой энтропии как инструмента анализа неопределенности и системного риска. Цель исследования состоит в систематизации основных энтропийных мер, уточнении их интерпретаций и сравнении практик применения в управлении рисками, диверсификации портфелей и ценообразовании опционов. Методология включает аналитический обзор литературы, сопоставление свойств энтропии Шеннона, Цаллиса и Реньи, обсуждение передаточной энтропии и подхода максимальной энтропии, а также междисциплинарные сопоставления с ЕМН, теорией сложности и теорией хаоса. Полученные результаты показывают, что энтропийные индикаторы выявляют режимные сдвиги, улучшают оценку хвостовых рисков и поддерживают более равномерное распределение весов в портфеле. Отмечены ограничения вычислительной реализации, чувствительность к параметрам и влияние нестационарности. Выводы подчёркивают целесообразность интеграции энтропии в процедуры риск менеджмента и мониторинга эффективности при условии строгой

калибровки и валидации. Перспективы будущих работ связаны с адаптивными непараметрическими методами и расширенной эмпирической верификацией на различных рынках. Практические импликации касаются настройки порогов тревоги, выбора окон оценки и построения фильтров смены режима для торговых систем и тестирования портфелей.

Ключевые слова: финансовая энтропия, рыночная неопределенность, информационная теория, системный риск, энтропийные модели.

THE ENTROPY OF THE FINANCIAL SYSTEM: A COMPREHENSIVE ANALYSIS OF DISORDER, RISK, AND MARKET DYNAMICS

Terentev A.A.

Master's student

Kazan (Volga Region) Federal University,

Kazan, Russia

Vetoshkina E.Yu.

Candidate of Economics, Associate Professor,

Kazan (Volga Region) Federal University,

Kazan, Russia

Abstract

The article reviews financial entropy as a framework for analyzing uncertainty and systemic risk. The study aims to systematize leading entropy measures, clarify their interpretations, and compare applications in risk management, portfolio diversification, and option pricing. The methodology is an analytic literature review that contrasts Shannon, Tsallis, and Rényi entropy, discusses transfer entropy and the maximum entropy principle, and situates evidence within the Efficient Market Hypothesis, complexity

theory, and chaos theory. Results indicate that entropy indicators detect regime shifts, improve tail risk assessment accuracy, and support more balanced portfolio weights. The review also documents limits arising from computational burden, parameter sensitivity, and nonstationary. Conclusions recommend integrating entropy into risk management and performance monitoring with rigorous calibration and validation. Future work should prioritize adaptive nonparametric methods and broad empirical testing across markets. Practical implications include setting alert thresholds, choosing rolling window lengths, and building regime filters for trading and portfolio evaluation.

Keywords: financial entropy, market uncertainty, information theory, systemic risk, entropy models.

Введение

Энтропия, восходящая к термодинамике и трактуемая как мера множества микросостояний, была переосмыслена К. Шенноном как ожидаемая «информационная неожиданность» сообщения [13]. Для финансов это даёт удобную метафору «информационного резервуара», в котором внешние потоки формируют рыночную неопределённость.

В современной литературе энтропия рассматривается как индикатор системного риска, направленности информационных потоков и эффективности рынка, дополняя и нередко превосходя дисперсионные метрики. Энтропия Шеннона используется для оценки волатильности, глубины ликвидности и информационной насыщенности, а её обобщения (энтропия Цаллиса и Реньи) учитывают «тяжёлые хвосты» и асимметрию распределений, что критично вблизи кризисных режимов и структурных сдвигов [7].

Для выявления причинно-следственных связей и эффектов заражения применяется передаточная энтропия; сочетание с разложением Крамерса-Мояля улучшает моделирование нелинейной динамики системного риска. Нечёткая и выборочная энтропии фиксируют поведенческую адаптацию в турбулентные Вектор экономики | www.vectoreconomy.ru | СМИ Эл № ФС 77-66790, ISSN 2500-3666

периоды, включая кризис COVID-19 и геополитические шоки, отражая смену торговых режимов и усиление направленного информационного давления [2; 5; 10]. Интеграция энтропийных методов с ИИ (искусственным интеллектом) и нечеткой логикой, гауссовскими смесями, семантическими моделями – повысила точность прогнозов и устойчивость инвестиционных решений на больших данных [5].

Рост энтропии в кризисы не тождествен хаосу: он часто отражает перестройку информационных связей и адаптацию агентов. В статье систематизируются теоретические основы (Шеннон, Цаллис, Реньи), сопоставляются подходы с гипотезой эффективного рынка, теорией сложности и хаоса и демонстрируются прикладные возможности энтропии в управлении рисками, оптимизации портфеля и ценообразовании опционов. Показано, что энтропийные индикаторы позволяют диагностировать смену режимов и поддерживать устойчивые решения на российском рынке.

Теоретические основы и ключевые меры финансовой энтропии

Финансовая энтропия опирается на термодинамику и теорию информации, что позволяет описывать рыночное поведение с физико-математической строгостью [13]. Статистическая механика объясняет коллективную динамику множества агентов, когда свойства системы не сводимы к индивидуальным стратегиям.

Принцип максимальной энтропии полезен в условиях неопределённости: он порождает распределения с минимумом дополнительных допущений и отражает дефицит информации, характерный для рынков [8]. Подход уместен при отсутствии единой риск-нейтральной меры и ограниченности параметрических моделей, включая Блэка-Шоулза.

Энтропия Шеннона служит индикатором рыночной информации и эффективности; в портфельной теории ею оценивают полноту и скорость интеграции сведений в цены. Максимальная энтропия соответствует эффективному рынку. Падение энтропии сигнализирует о паттернах и неэффективностях, Вектор экономики | www.vectoreconomy.ru | СМИ ЭЛ № ФС 77-66790, ISSN 2500-3666

потенциально позволяющих извлекать прибыль.

Для реалистичных распределений применимы обобщённые меры. Энтропии Цаллиса и Реньи учитывают тяжёлые хвосты, асимметрию и долгую память [14]. В Цаллисе параметр q регулирует чувствительность к корреляциям; «дефицит энтропии» отражает отклонение от случайности и может предвосхищать режимные сдвиги. Энтропия Реньи позволяет по-разному взвешивать центр и хвосты, что полезно при построении портфелей и оценке устойчивости доходностей [9].

Далее в таблице 1 суммированы основные энтропийные меры, их математические характеристики и области применения.

Таблица 1 – Ключевые меры энтропии в финансах

Мера энтропии	Формула	Ключевой параметр / характеристика	Основное применение
Энтропия Шеннона	$H(X) = - \sum_{i=1}^n P_i \times \log_2(P_i)$ Где $H(X)$ – величина, которая также называется средней энтропией сообщения, P_i – относительные частоты появления события i, $\log_2(P_i)$ – частная энтропия, которая характеризует только i-е состояние.	Логарифм по основанию 2 (биты)	Общая неопределенность / содержание информации; эффективность рынка
Энтропия Цаллиса	$Hq(X) = \frac{1 - \sum P_i^q}{q - 1}$ Где $Hq(X)$ – энтропия Цаллиса порядка q, q – «неэкстенсивный» параметр, отвечающий за чувствительность к корреляциям и «тяжёлым хвостам», P_i – вероятность i-го состояния.	q -параметр (отклонение от аддитивности)	Долгосрочные корреляции, эффекты памяти, неэкстенсивность; дефицит энтропии
Энтропия Реньи	$H\alpha(X) = \frac{1}{1 - \alpha} \times \log \sum P_i^\alpha$ Где $H\alpha(X)$ – энтропия Реньи порядка α для дискретной случайной величины X, α – параметр, задающий, насколько сильно в расчёте учитываются хвосты, P_i – вероятность пребывания системы в некотором состоянии как случайная величина.	α -параметр (влияние центра / хвостов распределения)	Моменты более высокого порядка, хвостовой риск, обобщение неопределенности

Источник: составлено авторами.

Совокупность энтропийных мер формирует расширенный инструментарий для анализа распределений доходности. Энтропия Шеннона отражает общую

неопределённость и помогает оценивать рыночную эффективность. Энтропия Цаллиса учитывает нелинейность и поведенческие эффекты через параметр чувствительности q . Энтропия Реньи позволяет по-разному взвешивать центр и хвосты распределения, что важно при акценте на редкие события [9]. В сумме эти меры превосходят традиционные метрики при оценке риска и адаптивности финансовых систем.

Энтропия как мера риска охватывает всё распределение доходности и отражает моменты более высокого порядка, тяжёлые хвосты и асимметрию, тогда как бета и дисперсия описывают лишь частные аспекты [14]. Высокая энтропия указывает на повышенную неопределённость. Диверсификация приводит к её снижению, однако энтропия продолжает фиксировать нелинейность и нестационарность, включая информационные и поведенческие компоненты риска, что повышает устойчивость оценки в нестабильных режимах.

В оптимизации портфеля энтропия выступает количественной мерой диверсификации. В отличие от критерия среднее–дисперсия в модели Марковица, который может порождать концентрацию, максимизация энтропии распределения весов поддерживает более ровное вложение капитала [11]. Показано, что модель среднее–энтропия согласуется с базовыми принципами портфельной теории и остаётся устойчивой в периоды высокой волатильности. Расширения, учитывающие асимметрию и динамическую перенастройку энтропии, повышают устойчивость к ошибкам в оценке корреляций и к отраслевым шокам.

В ценообразовании производных инструментов энтропийный подход опирается на принцип максимальной энтропии и формирует альтернативу модели Блэка-Шоулза. Теория энтропийного ценообразования использует распределения, согласованные с наблюдаемыми данными и минимально предвзятые. Это позволяет учитывать улыбку и перекося имплицитной волатильности и улучшает оценку справедливой стоимости опционов, что подтверждено на данных S&P 500 [3].

Энтропия Шеннона служит индикатором рыночной эффективности и

Вектор экономики | www.vectoreconomy.ru | СМИ ЭЛ № ФС 77-66790, ISSN 2500-3666

предсказуемости. Близость к максимальной энтропии соответствует случайному блужданию и быстрой интеграции информации в цены. Отклонения выявляют паттерны, инерцию и асимметрию информации. В кризисы энтропия может как падать, отражая сужение стратегий, так и расти из-за паники и дезорганизации [12]. Оценка в скользящих окнах позволяет отслеживать смену режимов и настраивать стратегии, отличая шум от информативных сигналов.

Сопоставление возможностей энтропии и классических метрик риска представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Финансовая энтропия против традиционных мер риска

Мера	Измеряемая концепция	Ключевые допущения	Сильные стороны	Ограничения	Основное применение
Энтропия (Общая)	Беспорядок, неопределенность, содержание информации, риск, диверсификация, предсказуемость	Бездистрибутивность	Улавливает моменты более высокого порядка, нелинейности, эффекты диверсификации; адаптируется к рыночным режимам	Вычислительная сложность, чувствительность к параметрам	Надежная оптимизация портфеля, управление хвостовым риском, анализ эффективности рынка
Энтропия Шеннона	Общая неопределенность, содержание информации, эффективность рынка	Бездистрибутивность	Фундаментальная мера, проста в понимании, хорошо подходит для измерения эффективности	Недостаточно для «тяжелых хвостов» и долгосрочных корреляций	Измерение эффективности рынка, базовый анализ неопределенности
Энтропия Цаллиса	Неэкстенсивность, долгосрочные корреляции, память	q-параметр	Эффективна для сложных систем с долгосрочными зависимостями, выявляет стадное поведение	Чувствительность к q-параметру, требует исторического контекста	Анализ рыночного риска, выявление режимов рынка
Энтропия Реньи	Моменты более высокого порядка, хвостовой риск, обобщенная неопределенность	α -параметр	Гибкость в акцентировании внимания на хвостах/центре распределения, надежна для негауссовых данных	Вычислительная сложность, чувствительность к α -параметру	Надежная оптимизация портфеля, ценообразование опционов с учетом экстремальных событий
Дисперсия / Стандартное отклонение	Волатильность, разброс доходности	Нормальность распределения, линейность	Простота, широкое признание, легкая	Неадекватна для негауссовой доходности, игнорирует	Базовая оценка риска, моделирование волатильности

			интерпретация	хвостовой риск	
Бета-коэффициент	Систематический риск, чувствительность к рынку	Линейная зависимость, нормальность	Простота, широко используется в CAPM	Неадекватна для нелинейных зависимостей, не учитывает ненормальность	Оценка систематического риска, выбор активов

Источник: составлено авторами.

Энтропийные меры чувствительны к структуре неопределённости и учитывают тяжёлые хвосты и асимметрию. В отличие от дисперсии и беты они не требуют нормальности и линейности, что важно для нестабильных и развивающихся рынков. Одновременно из-за параметрической чувствительности и вычислительной трудоёмкости необходима аккуратная калибровка. В совокупности эти меры формируют более устойчивую основу для оценки системных и хвостовых рисков, а их интерпретация становится особенно ясной при сопоставлении с ключевыми теоретическими парадигмами.

Гипотеза эффективного рынка трактует цены как мгновенный отражатель информации, а доходности как близкие к случайному блужданию. В этой оптике высокая энтропия означает согласие с ЕМН, тогда как её снижение указывает на появление предсказуемых паттернов и нарушений эффективности. Следовательно, энтропия измеряет не бинарную «эффективность», а непрерывный спектр состояний рынка, что роднит её с адаптивной рыночной гипотезой. В логике MaxEnt теория энтропийного ценообразования даёт количественное воплощение эффективного ценообразования без жёстких предпосылок ЕМН, опираясь на распределения, согласованные с частичной информацией.

От спектра эффективности естественно перейти к представлению о рынках как об адаптивных системах. Теория сложности рассматривает экономику как неравновесную среду множества взаимодействующих агентов, где возникают эмерджентные свойства, не сводимые к характеристикам отдельных участников. Энтропия здесь отражает уровень информационного беспорядка и степень структурной адаптации: её рост может означать расширение пространства Вектор экономики | www.vectoreconomy.ru | СМЭ Эл № ФС 77-66790, ISSN 2500-3666

возможных состояний в периоды инноваций или реформ, а чрезмерные значения – фрагментацию и потерю эффективности [4]. Плоскость «энтропия-сложность» указывает на оптимум между порядком и хаосом. Эмпирические данные показывают, что после кризисов нередко повышаются и энтропия, и «эффективная сложность», что свидетельствует о восстановлении способности системы к адаптации и синтезу информации [6].

Даже в адаптивной системе локальная динамика может быть чувствительна к начальным условиям, что подводит к инструментарию теории хаоса. Нелинейные механизмы порождают экспоненциальное расхождение траекторий и фазовые переходы. Энтропия в таком контексте измеряет скорость потери информации о состоянии системы: в спадные фазы её рост сопровождается турбулентностью и утяжеление хвостов распределений [12]. Совместный анализ энтропийных метрик с экспонентами Ляпунова и показателем Херста помогает отличать скрытую детерминированность от усиления стохастичности и особенно полезен на высоких частотах [11]. В итоге энтропия выступает общим языком для ЕМН, теории сложности и хаоса, позволяя диагностировать переходы между режимами. Сводное сопоставление подходов приведено в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнение финансовой энтропии со связанными экономическими теориями

Теория	Основная концепция	Взгляд на динамику рынка	Обработка информации	Влияние на предсказуемость	Ключевое совпадение / Различие
Финансовая энтропия	Беспорядок, неопределенность, содержание информации	Динамическая / Адаптивная	Постепенное обучение / Ограниченное	Переменная, определяет режимы	Количественно определяет случайность ЕМН; измеряет беспорядок в сложности; количественно определяет хаос
Гипотеза эффективного рынка (ЕМН)	Цены отражают всю доступную информацию	Статическая / Равновесная	Мгновенная / Полное поглощение	Невозможна (сильная форма)	Высокая энтропия согласуется со случайностью ЕМН

Теория сложности	Эмерджентные структуры из взаимодействующих агентов	Неравновесная / Эволюционирующая	Децентрализованная / Адаптивная	Эмерджентные паттерны, но не долгосрочное прогнозирование	Энтропия измеряет беспорядок в сложных системах
Теория хаоса	Чувствительная зависимость от начальных условий	Непредсказуемая / Фрактальная	Быстрая потеря / Искажение	Фундаментально непредсказуема (долгосрочно)	Энтропия количественно определяет степень хаоса

Источник: составлено авторами.

Финансовая энтропия выступает междисциплинарным мостом между ЕМН, теорией сложности и хаоса: она количественно описывает случайность эффективного рынка и одновременно улавливает структурные сдвиги и нелинейные эффекты в адаптивных системах. Благодаря этому энтропия становится универсальным диагностическим инструментом фаз рыночной динамики и границ применимости моделей, что делает её особенно ценной для адаптивных стратегий в условиях санкционной турбулентности и неопределённости [1].

Практическое применение сталкивается с вычислительной трудоёмкостью и неоднозначностью оценивания: используются биннинг, ядерная оценка плотности и k-ближайших соседей; задачи минимизации энтропийных рисков нередко приводят к «минимаксным» постановкам, тяжёлым для многомерных систем. Точность снижают эффекты конечной выборки, дискретизация и пропуски; реальное время требует больших данных, мощности и устойчивых численных схем. Сильная параметрическая чувствительность (q в Цаллисе, порядок обобщений, ширины бинов) и качество данных означают, что малые изменения настроек меняют оценку и её интерпретацию; необходимы процедуры валидации, адаптивное сглаживание и бэктестинг. Важно избегать неверных трактовок: энтропия — это не «беспорядок», а средняя информативность; в кризисы снижение SampEn при росте волатильности не равно большей предсказуемости, тогда как падение цен может сопровождаться ростом энтропии и усилением хаоса [11; 12]. Высокая энтропия как «шум» для частного трейдера на агрегированном уровне

может приближать рынок к случайному блужданию и способствовать эффективности. Дополнительные ограничения связаны с нестационарностью финансовых рядов и необходимостью временных мер энтропии (TDE), а также с зависимостью ценности информации от априорных убеждений и асимметрий её распределения. Следовательно, нужен переход к адаптивным, непараметрическим и устойчивым методам, учитывающим нестационарность, неполноту и дрейф параметров, чтобы интегрировать энтропию в реальные рыночные процедуры.

Заключение

Финансовая энтропия – многогранная рамка, углубляющая понимание рыночной динамики. Она выходит за пределы дисперсионных метрик, предоставляя количественную меру неопределённости и информационной насыщенности. Обобщённые формы Цаллиса и Реньи учитывают тяжёлые хвосты и асимметрию, что улучшает оценку хвостовых рисков [14]. В портфельных задачах максимизация энтропии поддерживает сбалансированное распределение весов и снижает концентрационные риски, повышая устойчивость портфелей [15]. В деривативных рынках подход MaxEnt и теория энтропийного ценообразования обходят жёсткие допущения Блэка-Шоулза и точнее отражают улыбку и перекося волатильности. Энтропия также позволяет непрерывно отслеживать эффективность и режимные сдвиги, связывая ЕМН и адаптивные рыночные подходы.

При этом практическая реализация сопряжена с вычислительной сложностью, чувствительностью к выбору ядра / бинов и параметров (например, q), требованиями к качеству данных и аккуратной интерпретацией и нестационарность финансовых рядов и асимметрии информации дополнительно ограничивают применимость стандартных процедур. Корректное чтение энтропийных сигналов требует строгой валидации, бэктестинга и сопоставления с волатильностью и признаками хаотичности, чтобы избежать подмены «шума» предсказуемостью [11].

Дальнейшее развитие видится в адаптивных, непараметрических и устойчивых моделях, способных учитывать дрейф режимов и изменчивость

Вектор экономики | www.vectoreconomy.ru | СМЭ Эл № ФС 77-66790, ISSN 2500-3666

корреляций, а также в интеграции с машинным обучением и ИИ для прогнозирования, детекции аномалий и принятия решений, в проработке «квантовой» аналогии информационных процессов на рынках, в расширенной эмпирической валидации на развивающихся рынках и новых классах активов, включая криптовалюты, в разработке прозрачных методик интерпретации для практиков [11]. В сумме энтропия закрепляется как незаменимый инструмент для анализа и управления сложными, динамичными и неопределёнными финансовыми системами.

Библиографический список:

1. Терентьев, А.А. Макроэкономический анализ внешней среды российских предприятий / А.А. Терентьев, А.И. Подгорная // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2024. – Т. 14, № 6-1. – С. 325-333. – DOI 10.34670/AR.2024.26.55.034. – EDN CVORHI.
2. Терентьев, А.А. Финансовые механизмы нивелирования последствий международных конфликтов / А.А. Терентьев, А.И. Подгорная, М.Д. Миронова // Финансовый менеджмент. – 2025. – № 6. – С. 302-307. – DOI 10.25806/fm-6-2025-302-307. – EDN JUMDI.
3. Ardakani, O.M. Option pricing with maximum entropy densities: The inclusion of higher-order moments / O. M. Ardakani // Journal of Futures Markets. – 2022. – Vol. 42, No. 10. – P. 1821-1836. – DOI 10.1002/fut.22361. – EDN FOEFSS.
4. Badertscher, D. An Examination of the Dynamics of Change in Information Technology / D. Badertscher // Law Library Journal. – 1982. – Vol. 75. – P. 198.
5. Cohen, G. Artificial Intelligence Models for Predicting Stock Returns Using Fundamental, Technical, and Entropy-Based Strategies: A Semantic-Augmented Hybrid Approach / Cohen G., Aiche A., Eichel R. // Entropy. – 2025. – Vol. 27, No. 6. – P. 550. – DOI 10.3390/e27060550.
6. Drożdż, S. Complexity in Economic and Social Systems / S. Drożdż, Ja. Kwapień, P. Oświęcimka // Entropy. – 2021. – Vol. 23, No. 2. – P. 133. – DOI Вектор экономики | www.vectoreconomy.ru | СМЭЛ № ФС 77-66790, ISSN 2500-3666

10.3390/e23020133. – EDN LAVIRS.

7. Geçer, T. Financial Entropy: The Degree of Disorder, Randomness and Unpredictability / T. Geçer // Sosyal Ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Dergisi. – 2024. – Vol. 25, No. 54. – P. 140-165. – URL: <https://dergipark.org.tr/en/pub/sobbiad/issue/85426/1432290> (дата обращения: 15.10.2025)

8. Golan, A. Information theory: A foundation for complexity science / A. Golan, J. Harte // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 2022. – Vol. 119, No. 33. – DOI 10.1073/pnas.2119089119. – EDN PANNLS.

9. Lassance, N. Minimum Rényi entropy portfolios / N. Lassance, F. Vrms // Annals of Operations Research. – 2021. – Vol. 299, No. 1. – P. 23-46. – DOI 10.1007/s10479-019-03364-2. – EDN VXEVRB.

10. Liu, A. The Flow of Information in Trading: An Entropy Approach to Market Regimes / Liu A., Chen J., Yang S.Y., Hawkes A.G. // Entropy. – 2020. – Vol. 22, No. 9. – P. 1064. – DOI 10.3390/e22091064. – EDN SHUJTJ.

11. Orlando, G. Entropy and Multifractality in Finance / G. Orlando // XI Euro-Asian Symposium on Economic Theory. Ekaterinburg: Institute of Economics UB RAS. – 2024. – P. 1-60. – DOI 10.13140/RG.2.2.30088.02564.

12. Papla, D. Analysis of entropy on the European markets of energy and energy commodities prices / Papla D., Siedlecki R. // PLoS ONE. – 2025. – Vol. 20, No. 1. – P. e0315348. – DOI 10.1371/journal.pone.0315348. – EDN NJLAJT.

13. Purwantara, I.M.A. Deep Learning in Financial Markets: A Systematic Literature Review of Methods and Future Direction for Price Prediction / I.M.A. Purwantara, Kusrini, A. Setyanto, E. Utami // 6th International Conference on Cybernetics and Intelligent System (ICORIS). Surakarta, Indonesia: IEEE. – 2024. – P. 01-06. – DOI 10.1109/ICORIS63540.2024.10903737.

14. Takaishi, T. Impact of the COVID-19 Pandemic on the Financial Market Efficiency of Price Returns, Absolute Returns, and Volatility Increment: Evidence from Вектор экономики | www.vectoreconomy.ru | СМЭ Эл № ФС 77-66790, ISSN 2500-3666

Stock and Cryptocurrency Markets / T. Takaishi // Journal of Risk and Financial Management. – 2025. – Vol. 18, No. 5. – P. 237. – DOI 10.3390/jrfm18050237.

15. Wang, H. Complexity and entropy of natural patterns / H. Wang, Ch. Song, P. Gao // PNAS Nexus. – 2024. – Vol. 3, No. 10. – DOI 10.1093/pnasnexus/pgae417. – EDN UBWWDO.

Оригинальность 79%