

6. Commission Memorandum to the Council on the co-ordination of economic policies and monetary co-operation within the Community, Available at: https://ec.europa.eu/archives/emu_history/documentation/chapter2/19690212en015coordineco.npoli.pdf (accessed: 01.10.2024).

7. Буторина О.В. Экономическая история евро. — Москва: Весь Мир, 2020. — 576 с.

8. Заруцкая Н. Ученые разработали денежную единицу для расчетов в рамках БРИКС // Ведомости. М., 13.06.2024. — <https://www.vedomosti.ru/finance/articles/2024/06/14/1043476-uchenie-razrabotali-denezhnuyu-edinitu-dlya-raschetov> (01.05.2025).

9. Виноградова Н. UNT упрощает глобальные финансовые операции — <https://aoasp.ru/unt-упрощает-глобальные-финансовые-опер> (27.11.2024).

10. BRICS Business Council 2024: ANNUAL REPORT, Available at: https://bbf2a463-6e2c-4484-b1b1-b55a3678d857.selstorage.ru/BRICS_ar_2024.pdf (accessed: 16.11.2024).

11. Финансовый суверенитет Российской Федерации: Доклад Агентства стратегических инициатив, 27.07.2023 — <https://asi.ru/library/main/195748>

Статья поступила в редакцию ????.2025

ИЗМЕРЕНИЕ ХВОСТОВОГО И СИСТЕМНОГО РИСКА НА ЗЕЛЁНЫХ СЕГМЕНТАХ ФОНДОВЫХ РЫНКОВ КИТАЯ И РОССИИ: ЭМПИРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ GARCH–CVAR И MES

Б.И. Соколов,

профессор кафедры теории кредита и финансового менеджмента экономического факультета
Санкт-Петербургского государственного университета,

доктор экономических наук

b.i.sokolov@spbu.ru

SPIN-код: 8033–1408

Чжан Вэньи,

аспирант кафедры теории кредита и финансового менеджмента экономического факультета
Санкт-Петербургского государственного университета

wenz0612@gmail.com

SPIN-код: 8071–8671

В статье на примере китайского зелёного ETF, широкого индекса CSI 300 и российского индекса MOEX Russia на дневных данных за 2021–2024 гг. проводится измерение хвостового и системного рисков фондовых рынков Китая и России с использованием моделей GARCH–CVaR и MES. Показано, что зелёный сектор Китая и российский рынок обладают существенно более высокой хвостовой и системной риск-экспозицией по сравнению с широким индексом CSI 300, причём индекс MOEX выступает основным «усилителем» системного риска в составе двустороннего портфеля.

Ключевые слова: системный риск, GARCH, CVaR, MES, фондовые рынки Китая и России

УДК 336.76:330.131.7 ББК 65.262.3

Постановка проблемы. Ускорение «зелёного» перехода, развитие рынков устойчивых финансовых инструментов и активное формирование национальных стратегий декарбонизации приводят к тому, что структура ценовых рисков на фондовых рынках становится более сложной и неоднородной. Для инвесторов и регуляторов важным оказывается не только уровень обычной волатильности, но и поведение доходностей в хвостах распределения, а также вклад отдельных сегментов в совокупный системный риск. Особенно актуален этот вопрос для рынков Китая и России, где, с одной стороны, активно развиваются инструменты зелёного финансирования, а с другой, — сохраняются особенности рыночной инфраструктуры и чувствительность к внешним шокам. В существующих исследованиях, как правило, либо раздельно анализируются показатели хвостового риска (VaR, CVaR), либо акцент делается на агрегированных системных метриках (MES, CoVaR), причём зелёные сегменты рынков чаще всего рассматриваются в рамках отдельных стран или глобальных выборок. Недостаточно изученным остаётся вопрос о том, как именно хвостовые и системные риски распределяются между фондовым рынком в целом и зелёными активами в двустороннем китайско-российском контексте, и каким образом эти риски можно совместно измерить в единой модельной рамке. Именно устранению этого пробела посвящено настоящее исследование.

Теоретические и эмпирические предпосылки исследования. В условиях целевых установок по достижению пиковых выбросов углерода и углеродной нейтральности, а также ускорения зелёного перехода физические клима-

тические риски и риски перехода постепенно становятся важными факторами, влияющими на финансовые рынки. Имеющиеся исследования показывают, что климатические риски и неопределённость климатической политики существенно изменяют уровень волатильности фондового рынка и характеристики хвостового распределения доходностей, повышая частоту экстремальных событий и тем самым усиливая ценовое и перераспределительное давление на зелёные и традиционные активы [1; 2]. Одновременно зелёные акции, сектор возобновляемой энергетики и соответствующие индексы в разных экономиках демонстрируют выраженную гетерогенность: их риск-доходностные характеристики стадийно реагируют на изменения макроэкономической среды и ожиданий в отношении проводимой политики [3; 4].

С точки зрения инструментов измерения риска традиционные подходы, основанные на показателе VaR, хотя и обладают наглядностью и простотой применения, плохо отражают средний убыток ниже уровня VaR и имеют ограничения с точки зрения таких теоретических свойств, как согласованность [5]. Хвостовые показатели риска, представленные CVaR (или ES), более надёжны при оценке экстремальных потерь и уже широко используются в практике оптимизации портфеля ценных бумаг и управления рыночным риском [6]. Дальнейшие исследования объединяют модели GARCH с теорией экстремальных значений (EVT) для оценки VaR/CVaR в условиях условной гетероскедастичности и толстохвостых распределений и показывают, что каркас GARCH–EVT–CVaR позволяет существенно повысить качество описания хвостового

риска и результаты бэк-тестирования, что особенно важно для новых рынков с выраженной кластеризацией волатильности [7,8].

Однако измерение VaR/CVaR только для отдельного рынка или отдельного актива не даёт ответа на вопрос о том, «кто в системных экстремальных сценариях несёт большую часть потерь». Для решения этой задачи были разработаны показатели системного риска, например, предельный ожидаемый убыток (MES), предназначенный для оценки среднего убытка отдельного института или сектора при неблагоприятном состоянии рынка в целом и, следовательно, для описания его предельного вклада в системный риск [9;10]. На этой основе в ряде работ, опираясь на анализ структуры зависимости и теорию экстремальных значений, выводятся теоретические свойства MES и его оценочные границы, предлагаются новые инструменты для распределения системного риска в сложных рыночных условиях [11; 12]. Связанные с зелёными финансами исследования дополнительно показывают, что между зелёными облигациями, зелёными акциями и традиционными финансовыми активами в экстремальных сценариях возникают нелинейная зависимость, перетоки рисков и механизмы заражения, поскольку в отдельные периоды зелёные активы способны диверсифицировать риск, но при резком росте неопределённости они также могут становиться важными носителями системного риска [13; 14].

В рамках зелёных финансов и климатических рисков часть исследователей сосредоточило своё внимание на связи между климатическими рисками и волатильностью сектора возобновляемой энергетики, показав, что климатические индикаторы существенно влияют на волатильность и хвостовой риск чистых энергетических активов и что эти эффекты заметно различаются между странами и регионами [15; 16]. В других работах, исходя из задач идентификации системных финансовых рисков, климатические риски включают в макропруденциальные рамки и обнаруживают, что физические климатические риски и риски перехода усиливают межсекторные перетоки рисков и системную уязвимость финансовых сетей [17,18]. Одновременно обзорные и количественно-эмпирические исследования по зелёным финансам, климатическим рискам и системным финансовым рискам показывают, что проблематика экстремальных и системных рисков зелёных активов формирует быстро развивающуюся границу исследований [19; 20].

В Китае уже сформировалась относительно завершённая система зелёных финансов, при этом зелёные индексы и зелёные ETF развиваются достаточно высокими темпами. Российский фондовый рынок в фазах изменений внешней среды и институциональных трансформаций характеризуется более сильной кластеризацией волатильности и структурными сдвигами. В существующей литературе крайне редко в единой эмпирической и модельной рамке одновременно используются GARCH–CVaR и MES для сопоставительного анализа «хвостовых и системных рисков фондовых рынков Китая и России в условиях зелёного перехода». Исходя из этого, в настоящей статье в рамках интегрированного каркаса управления финансовыми рисками, ориентированного на сценарии зелёного перехода, отбираются широкий индекс CSI 300, китайский зелёный тематический ETF и российский индекс MOEX. На их основе строится эмпирическая модель, включающая три элемента: (1) условную волатильность по GARCH; (2) хвостовой риск по CvaR; и (3) системный риск по MES, что позволяет получить эмпирические свидетельства о различиях в структуре рисков и системной риск-экспозиции фондовых рынков Китая и России в процессе зелёного перехода.

Эмпирический анализ волатильности, хвостового и системного риска. Опираясь на изложенную выше методологию, прежде всего, необходимо преобразовать три

ценовые временные серии Китая и России в показатели доходности, пригодные для моделирования. Обозначим через $P_{i,t}$ цену закрытия индекса i в день t . В настоящей работе используется дневная логарифмическая доходность:

$$r_{i,t} = \ln \frac{P_{i,t}}{P_{i,t-1}}, i \in \{CN_Green, CSI300, MOEX\}, \quad (1)$$

В результате формируется 779 наблюдений за период с 19 августа 2021 г. по 30 декабря 2024 г., при этом торговые дни трёх индексов приводятся к единому календарю. На этой основе для дневных доходностей проводится описательный статистический анализ, позволяющий получить общее представление о характеристиках ценового риска в выборочном периоде.

Результаты расчетов представлены в табл. 1. Средние значения доходности по всем трём временным рядам близки к нулю, однако стандартное отклонение, коэффициент асимметрии и эксцесс существенно различаются: стандартное отклонение для CN_Зелёный ETF составляет около 0,0198, для CSI 300 – 0,0116, для MOEX – 0,0225; по асимметрии первые два ряда демонстрируют слабую положительную асимметрию, тогда как асимметрия MOEX составляет примерно –7,10; по эксцессу CN_Зелёный ETF немного превышает 3, CSI 300 имеет явно выраженные толстые хвосты, а эксцесс MOEX достигает примерно 140,93. Эти характеристики показывают, что дневные доходности как китайского, так и российского рынков обладают определённой степенью толстохвостности, причём на российском рынке в выборочном периоде наблюдалось крайне малое число дней с чрезвычайно сильными падениями и последующими отскоками, что оказало мощное влияние на форму общего распределения.

Таблица 1

Описательные статистики дневной логарифмической доходности основных индексов Китая и России

Показатель	Среднее значение	Стандартное отклонение	Асимметрия	Эксцесс
CN_Green_ret	-0.000898	0.019791	0.5360	3.2792
CSI300_ret	-0.000259	0.011627	0.2520	8.2850
MOEX_ret	-0.000396	0.022479	-7.0987	140.9284

Источник: расчёты авторов (исходные данные из базы IND, веб-сайт: <https://www.investing.com>)

Согласно динамике, представленной на рис. 1, все три временных ряда демонстрируют типичный эффект кластеризации волатильности: в относительно спокойные периоды дневные доходности колеблются с небольшой амплитудой, тогда как после отдельных дат волатильность заметно возрастает и удерживается на повышенном уровне в течение определённого времени. Для CN_Зелёный ETF в ряде периодов, связанных с пересмотром ожиданий в отношении «зелёной» политики или сменой рыночного стиля, наблюдаются более крупные колебания. Индекс CSI 300 также проходит через несколько фаз турбулентности, однако в целом диапазон его колебаний относительно умерен; кривая доходностей MOEX, напротив, чётко фиксирует ряд экстремальных событий, когда в отдельные торговые дни регистрировалось падение свыше 30% или отскок порядка 20%.

Проверка исходных цен показывает, что указанные резкие изменения не являются аномалиями данных, а соответствуют таким рыночным явлениям, как корректировка торговых механизмов, временное сжатие ликвидности и концентрированный выход информации. Поэтому они сохраняются в последующем моделировании для более адекватного отражения хвостового риска.

После выявления толстых хвостов и кластеризации волатильности в распределении доходностей следующим шагом является использование модели GARCH(1,1) для описания условной волатильности трёх временных рядов. Конкретно, для каждой серии доходностей задаётся:



Рис. 1. Временные ряды дневной доходности

Источник: расчёты авторов (исходные данные из базы IND, веб-сайт: <https://www.investing.com>)

$$r_{i,t} = \mu_i + \varepsilon_{i,t}, \varepsilon_{i,t} = \sigma_{i,t} z_{i,t}, \quad (2)$$

$$\sigma_{i,t}^2 = \omega_i + \alpha_i \varepsilon_{i,t-1}^2 + \beta_i \sigma_{i,t-1}^2, \quad (3)$$

где $z_{i,t}$ можно рассматривать как случайное возмущение со стандартным нормальным или t-распределением; $\sigma_{i,t}^2$ рассматривается как условная дисперсия.

Оценка параметров методом максимального правдоподобия показывает, что $\alpha_i + \beta_i$ во всех случаях близко к 1, что подтверждает высокую устойчивость и кластеризацию волатильности.

Согласно табл. 2, значение σ_i для CN_Зелёный ETF составляет около 0,0152, для CSI 300 около 0,0096, тогда как для MOEX оно достигает примерно 0,0260. Соответствующие однодневные 5%-ные условные значения VaR равны приблизительно -0,0249, -0,0158 и -0,0428, а условные ES (CVaR) порядка -0,0313, -0,0198 и -0,0537. Эти результаты означают, что при уровне доверия 5% ожидаемые однодневные хвостовые потери на российском рынке максимальны, на втором месте китайский зелёный фонд, а наименьший уровень хвостового риска демонстрирует широкий индекс Китая.

Таблица 2
Оценки параметров GARCH(1,1) и 5%-ные значения VaR / ES

Ряд	ω	α	β	σ_i	VaR_5%	ES_5%
CN_Зелёный	1.3048×10^{-5}	0.05052	0.90936	0.01517	-0.02494	-0.03128
CSI 300	5.3647×10^{-6}	0.05007	0.90130	0.00960	-0.01579	-0.01980
MOEX	5.4929×10^{-6}	0.21259	0.78738	0.02605	-0.04285	-0.05374

Источник: расчёты авторов (исходные данные из базы IND, веб-сайт: <https://www.investing.com>)

Если изобразить во времени полученные оценки условной волатильности, можно более наглядно увидеть структурные особенности, которые улавливает модель GARCH. Как показывает рис. 2, условная волатильность всех трёх индексов в выборочном периоде многократно проходит фазы «повышение — снижение», при этом для MOEX наблюдаются наивысшие волатильностные пики, которые, как правило, совпадают по времени с экстремальными доходностями, зафиксированными в табл. 1.

Условная волатильность индексов по модели GARCH(1,1)

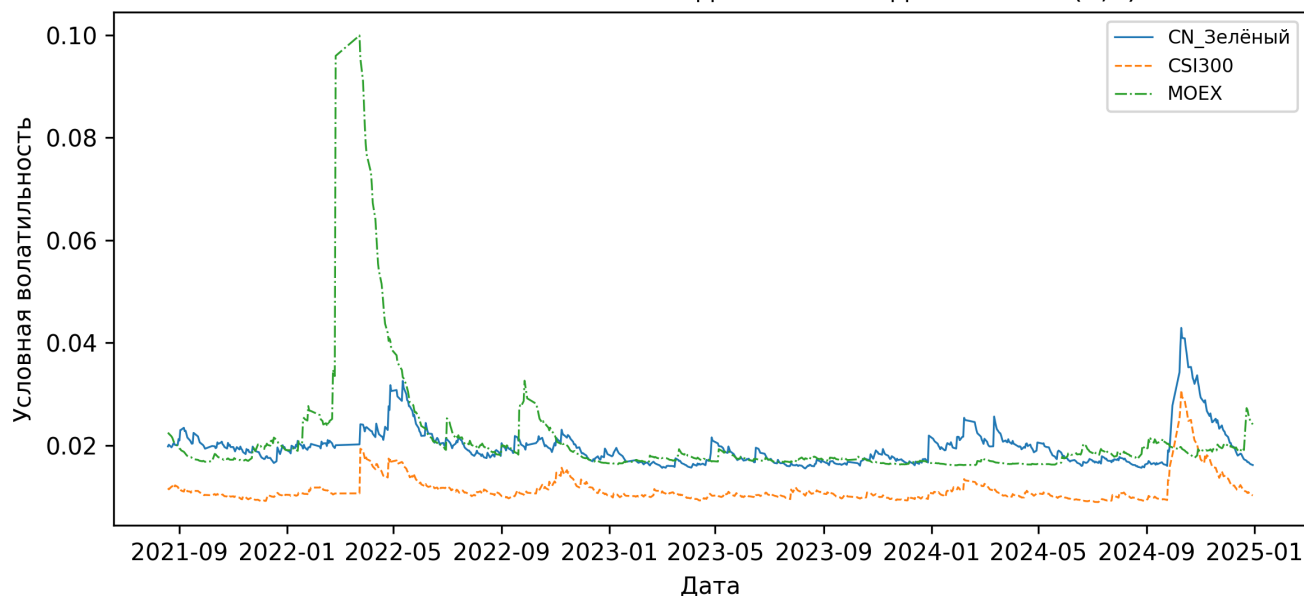


Рис. 2. Временные ряды условной волатильности по модели GARCH

Источник: расчёты авторов (исходные данные из базы IND, веб-сайт: <https://www.investing.com>)

MES в условиях экстремального падения совокупного рынка Китая и России

Ряд	MES5%
CN_Зелёный	-0.02405
CSI 300	-0.01136
MOEX	-0.04294

Источник: расчёты авторов (исходные данные из базы IND, веб-сайт: <https://www.investing.com>)

У CN_Зелёный ETF волатильность заметно возрастает в отдельные окна, когда «зелёные» темы становятся объектом повышенного рыночного внимания или, наоборот, подвергаются существенной переоценке, что отражает чувствительность зелёного сектора к изменениям ожиданий. Кривая условной волатильности CSI 300 в целом более сглажена и в большинстве периодов остаётся на относительно низком уровне. Эти результаты согласуются с описательной статистикой и обеспечивают динамический вход для последующей оценки хвостовых и системных рисков.

Получив оценки условной волатильности, в дальнейшем в рамках модели GARCH рассчитываются однодневные 5%-ные условные значения VaR и условный ES (CVaR), используемые для количественной оценки хвостового риска трёх индексов в различных состояниях рынка. При допущении условного нормального распределения VaR и ES могут быть представлены в следующем виде:

$$VaR_{i,t}^{0.05} = z_{0.05} \sigma_{i,t}, ES_{i,t}^{0.05} = -\sigma_{i,t} \frac{\varphi(z_{0.05})}{0.05}, \quad (4)$$

где $Z_{0.05}$ обозначает 5%-ную квантиль стандартного нормального распределения, $\varphi(\cdot)$ плотность стандартного нормального распределения.

По сравнению со статическим историческим VaR условные VaR и ES динамически изменяются вместе с $\sigma_{i,t}$.

Это позволяет своевременно усиливать оценку риска при росте волатильности и тем самым лучше отражать временную изменчивость экстремальных потерь. Результаты на конце выборочного периода уже демонстрируют различия в уровнях хвостового риска трёх индексов: при одинаковом уровне доверия абсолютное значение ES для MOEX является наибольшим, что указывает на наиболее серьёзные средние потери в односторонних экстремальных сценариях; ES для CN_Зелёный ETF заметно выше, чем для CSI 300, что свидетельствует о наличии «премии за риск» в хвостовом измерении для зелёного сектора; в то время как CSI 300 обладает относительно устойчивым хвостовым распределением и может рассматриваться как «якорь стабильности» в составе портфеля. Если отложить условный ES по оси времени, можно увидеть, что ES для MOEX существенно возрастает в ряде периодов изменений внешней среды, ES для CN_Зелёный ETF также повышается в фазах переоценки «зелёных» тем, тогда как ES для CSI 300 в большинстве периодов остаётся на относительно низком уровне.

После завершения описания волатильности и хвостового риска на уровне отдельных рынков возникает необходимость проанализировать взаимосвязь рисков между китайским и российским рынками. В этих целях формируется равновесный портфель, состоящий из китайского зелёного фонда и российского индекса MOEX, дневная доходность которого задаётся как:

$$r_{M,t} = 0.5 r_{CN_Green,t} + 0.5 r_{MOEX,t}, \quad (5)$$

Данный портфель рассматривается как «системный рынок». При его экстремальном падении анализируется предельный вклад отдельных рынков в убытки. Пусть $\alpha = 0.05$, а 5%-ная квантиль доходности портфеля равна $VaR_M^{5\%}$, тогда MES рынка i определяется как:

$$MES_i^{5\%} = E[r_{i,t} | r_{M,t} \leq VaR_M^{5\%}], \quad (6)$$

Это условное среднее значение доходности отдельного рынка в те дни, когда доходность портфеля попадает в худшие 5% наблюдений. При практической оценке сначала по историческому распределению находится порог $VaR_M^{5\%} \approx -0.0207$, затем отбираются все около 39 экстремально неблагоприятных торговых дней, в которые доходность портфеля ниже этого порога, после чего для этих дат отдельно вычисляются средние доходности CN_Зелёный ETF, CSI 300 и MOEX. Полученные значения и есть их MES.

Результаты расчётов приведены в табл. 3.

Поскольку MES измеряется в терминах доходности, отрицательное значение соответствует среднему убытку в системном экстремальном сценарии. Причём чем больше значение по модулю MES, тем выше предельный системный риск. MES для CN_Зелёный ETF составляет примерно -0.0241 , для CSI 300 около -0.0114 , для MOEX около -0.0429 . Это означает, что в худшие 5% дней для совокупного китайско-российского портфеля наибольшее среднее падение приходится на российский рынок, который является основным источником системных экстремальных потерь. Условное падение китайского зелёного фонда существенно больше, чем CSI 300, что означает: в системных экстремальных сценариях зелёный сектор несёт значительно большую предельную потерю, чем широкий индекс. При этом наименьший MES у CSI 300, что свидетельствует о его буферной функции и способности к диверсификации риска в условиях системных шоков.

Как видно из рис.3, различия между «односторонним хвостовым риском» и «предельным системным риском» проявляются особенно наглядно: по показателям ES и MES индекс MOEX занимает наивысшее положение; CN_Зелёный ETF по ES и MES находится в промежуточной позиции, однако его отрыв от CSI 300 гораздо более заметен именно в измерении MES; CSI 300 демонстрирует наименьшие значения по обоим метрикам. Сопоставляя результаты по условной волатильности GARCH, CVaR и MES, можно заключить, что российский рынок в выборочном периоде характеризуется сочетанием высокой волатильности, высокого хвостового риска и значительного вклада в системные потери; китайский зелёный сектор по сравнению с широким рынком существенно повышает как хвостовую, так и системную риск-экспозицию, тогда как широкий индекс Китая выполняет в составе китайско-российского портфеля роль относительного стабилизатора и буфера риска. Эти выводы создают эмпирическую основу для последующего обсуждения, в контексте зелёного перехода и сравнения Китая и России, вопросов рациональной аллокации китайских и российских активов, идентификации ключевых источников риска и разработки макропруденциальных инструментов в рамках «интегрированного каркаса управления финансовыми рисками, ориентированного на сценарии зелёного перехода».

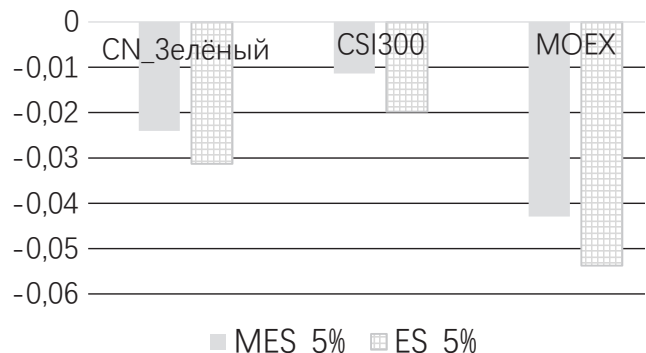


Рис. 3. Сравнительная диаграмма ES и MES.

Источник: расчёты авторов (исходные данные из базы IND, веб-сайт: <https://www.investing.com>)

Выводы. Эмпирические результаты исследования показывают, что в условиях зелёного перехода фондо-

вые рынки Китая и России существенно различаются по уровню волатильности, хвостовому риску и структуре системных рисков.

В целом, интегрированный каркас GARCH-CVaR-MES позволяет на единой эмпирической и модельной основе совместно описывать динамическую взаимосвязь «волатильностный риск — хвостовой риск — системный риск» и обеспечивает достаточно полный инструментарий для сравнения различий в структуре рисков китайского и российского рынков в условиях зелёного перехода. Для по-

литики и инвестиционной практики это означает, что при формировании стратегий развития зелёных финансов и продвижении двустороннего инвестиционного сотрудничества между Китаем и Россией необходимо одновременно учитывать уровни хвостового риска на отдельных рынках и их предельный вклад в потери в системных экстремальных сценариях, комплексно анализируя взаимодействие зелёных и традиционных активов и их системные эффекты в процессе стратегической аллокации активов, стресс-тестирования и макропруденциального регулирования.

Список использованных источников:

1. Zhang S. Y. Are investors sensitive to climate-related transition and physical risks? Evidence from global stock markets // *Research in International Business and Finance*. — 2022. — Vol. 62. — P. 101710.
2. Lasisi L., Omoke P. C., Salisu A. A. Climate policy uncertainty and stock market volatility // *Asian Economics Letters*. — 2024. — Vol. 5, No. 2. — P. 1–6.
3. Lin B., co-authors. Climate policy uncertainty and world renewable energy index volatility forecasting // *Technological Forecasting and Social Change*. — 2022. — Vol. 182. — P. 121810.
4. Zhang L., Liang C., Huynh L. D. T., Wang L., Damette O. Measuring the impact of climate risk on renewable energy stock volatility: A case study of G20 economies // *Journal of Economic Behavior & Organization*. — 2024. — Vol. 223. — P. 168–184.
5. Yamai Y., Yoshida T. Value-at-risk versus expected shortfall: A practical perspective // *Journal of Banking & Finance*. — 2005. — Vol. 29, No. 4. — P. 997–1015.
6. Rockafellar R.T., Uryasev S. Conditional value-at-risk for general loss distributions // *Journal of Banking & Finance*. — 2002. — Vol. 26, No. 7. — P. 1443–1471.
7. Tabasi H., Yousefi V., Tamošaitienė J., Ghasemi F. Estimating conditional value at risk in the Tehran Stock Exchange based on the extreme value theory using GARCH models // *Administrative Sciences*. — 2019. — Vol. 9, No. 2. — P. 40.
8. Sahamkhadam M., Stephan A., Kürüm M. Portfolio optimization based on GARCH-EVT-copula models: Evidence from major stock markets // *Insurance: Mathematics and Economics*. — 2018. — Vol. 78. — P. 119–135.
9. Acharya V.V., Pedersen L.H., Philippon T., Richardson M. Measuring systemic risk // *Review of Financial Studies*. — 2017. — Vol. 30, No. 1. — P. 2–47.
10. Idier J., Lamé G., Mésonnier J.-S. How useful is the marginal expected shortfall for the measurement of systemic exposure? A practical assessment // *Journal of Banking & Finance*. — 2014. — Vol. 47. — P. 134–146.
11. Qin X., Zhou C. Systemic risk allocation using the asymptotic marginal expected shortfall // *Journal of Banking & Finance*. — 2021. — Vol. 126. — P. 106099.
12. Chen J., Furman E., Lin X.S. Marginal expected shortfall: Systemic risk measurement under dependence uncertainty // *arXiv preprint arXiv:2504.19953*. — 2025.
13. Naeem M.A., Karim S., Yarovaia L., Lucey B.M. Systemic risk contagion of green and Islamic markets with conventional markets // *Annals of Operations Research*. — 2025. — Vol. 347, No. 1. — P. 265–287.
14. Tiwari A.K., Abakah E.J.A., Gabauer D., Dwumfour R. Dynamic spillover effects among green bond, renewable energy stocks and carbon markets during COVID-19 pandemic: Implications for hedging and investments strategies // *Global Finance Journal*. — 2022. — Vol. 51. — P. 100692.
15. Zhang D., Bai D., Wang Y. Green vs. brown: Climate risk showdown — Who's thriving, who's diving? // *Journal of International Money and Finance*. — 2024. — Vol. 149. — P. 103198.
16. Zhang L., Wang L., Luo K., Peng L. Measuring the response of clean energy stock price volatility to extreme shocks // *Renewable Energy*. — 2023. — Vol. 205. — P. 320–335.
17. Zhu W., Li S., Su H., Yang S. Identification of systemic financial risks: The role of climate risks // *Finance Research Letters*. — 2025. — Vol. 74. — P. 106727.
18. Suciati R. The role of financial stability in mitigating climate risk: A bibliometric and literature analysis // *Journal of Risk and Financial Management*. — 2025. — Vol. 18, No. 8. — P. 428.
19. Pacelli V., Foglia M., Mariano D. The link between climate and systemic risk: A bibliometric and systematic literature review // *Research in International Business and Finance*. — 2025. — Vol. 79. — P. 103072.
20. Debrah C., et al. A bibliometric-qualitative literature review of green finance and climate change: Current status and future directions // *Climate and Development*. — 2023. — Vol. 15, No. 8. — P. 771–787.

Статья поступила в редакцию 14.12.2025