

Т.В. Теплова

Центр финансовых исследований и анализа данных, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва

Т.В. Соколова

Центр финансовых исследований и анализа данных, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва

Д.С. Кисса

Центр финансовых исследований и анализа данных, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва

С.В. Гуров

Центр финансовых исследований и анализа данных, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва

ESG-показатели как детерминанты риска снижения цен российских акций в различные периоды: взгляд объяснимого ИИ¹

Аннотация. Мы впервые применяем объяснимый искусственный интеллект (ИИ) для выявления влияния различных показателей экологической и социальной ответственности и корпоративного управления (ESG) компаний-эмитентов на риск снижения цен акций (далее – downside риск, или РСЦА) на российском рынке. Методология основана на двухэтапном подходе, включающем построение нейронных сетей с плотными слоями и определение значений векторов Шепли (из теории игр) для интерпретации эмпирических результатов. Данный методологический подход ранее не применялся для анализа детерминант РСЦА. Особенностью нашего исследования является фокус на влиянии широкого спектра экологических факторов под контролем финансовых показателей компаний и макроэкономических показателей. Мы выявляем изменение рейтинга факторов по важности влияния на РСЦА во время кризиса, вызванного пандемией COVID-19. Мы получили ряд новых результатов. До кризиса наиболее значимым фактором был рост ВВП. Экологическая ответственность и интегральный показатель ESG занимали второе и третье место по силе влияния соответственно. Однако соблюдение некоторых практик ESG, связанных с охраной окружающей среды, увеличивало РСЦА. Во время кризиса рейтинг факторов РСЦА по силе влияния изменился и долговая нагрузка переместилась на первое место. Роль социальной ответственности и корпоративного управления в РСЦА выросла.

Ключевые слова: ESG; риск снижения цен акций; объяснимый искусственный интеллект (XAI); вектора Шепли; нейронная сеть; пандемия COVID-19.

Классификация JEL: Q01, G17, G32, C45.

Для цитирования: **Теплова Т.В., Соколова Т.В., Кисса Д.С., Гуров С.В.** (2026). ESG-показатели как детерминанты риска снижения цен российских акций в различные периоды: взгляд объяснимого ИИ // *Журнал Новой экономической ассоциации*. № 1 (70). С. 157–190.

DOI: 10.31737/22212264_2026_1_157-190

EDN: XECCOR

¹ Исследование выполнено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.

1. Введение

В последние десятилетия инвесторы, управляющие активами и исследователи уделяют все больше внимания практикам ESG². По данным Института Chartered Financial Analyst (CFA), глобальные активы фондов ESG достигли 2,5 трлн долл. в 2022 г., а Capital Group сообщает, что 89% инвесторов рассматривали вопросы ESG как часть своего инвестиционного подхода в 2022 г. Мотивацией компаний стала не только максимизация собственной прибыли, но и внесение вклада в устойчивое развитие общества (He et al., 2023). Рост инвестиций в сегмент ESG привел к росту интереса к факторам риска таких инвестиций. По данным (Bax et al., 2023), существует более 2000 эмпирических исследований, анализирующих взаимосвязи между показателями ESG и финансовыми показателями компаний. Вопросы сопутствующих рисков изучены меньше. Эти риски нельзя игнорировать, поскольку они могут материализоваться в форме «кредитного риска, рыночного риска и операционного риска» (European banking authority, 2020).

Кризис, вызванный пандемией COVID-19, привел к существенному росту неопределенности на разных сегментах глобального рынка: фондовых, нефти и природного газа. В работе (Sikhwil, 2024) отмечается, что пандемия COVID-19 сильно повысила неопределенность, побуждая экономических агентов откладывать важные решения в ожидании более точной информации. В (Ashraf, 2020) показано, что объявления правительств о социальном дистанцировании для предотвращения пандемии COVID-19 ухудшили экономическую активность и привели к ухудшению динамики фондовых рынков в 77 странах. Авторы (Ameer et al., 2023) исследовали реакцию фондовых индексов развивающихся рынков (включая БРИКС) на вспышку COVID-19 с применением мультифрактального анализа флуктуаций с исключенным трендом (multifractal detrended fluctuation analysis, MF DFA). Используя анализ по подвыборкам, авторы изучили влияние COVID-19 на эффективность (в смысле гипотезы эффективного рынка (англ. efficient market hypothesis, EMH)) развивающихся рынков, разделив набор данных на периоды до и после COVID. Результаты показывают, что пандемия COVID-19 отрицательно повлияла на эффективность большинства индексов (в том числе России). Исключением является рынок Китая, у которого неэффективность снизилась, что авторы объясняют действенными мерами реагирования: локдауны, карантин, финансовая помощь для смягчения спада в экономике.

Пандемия COVID-19 существенно повлияла и на товарные рынки, в том числе рынок нефти, значимый для российских компаний. В (Naeem et al., 2023) изучается динамика эффективности рынков нефти, природного газа и дизельного топлива до и во время пандемии COVID-19 с применением асимметричного мультифрактального флуктуационного анализа с исключенным трендом (A-MF-DFA, asymmetric multifractal detrended fluctuation analysis). Авторы отмечают беспрецедентное снижение цен на нефть и нефтепродукты в первой половине 2020 г., что они объясняют влиянием кризиса. Результаты эмпирического анализа подтверждают наличие преобладающей рыночной неэффективности. Анализ по подпериоду COVID-19 выявляет ухудшение рыночной эффективности на рынках нефти и газа.

² ESG (Environmental, Social, and Corporate Governance) – концепция устойчивого развития бизнеса, базирующаяся на трех ключевых столпах: экологической ответственности (E), социальном взаимодействии (S) и прозрачном корпоративном управлении (G). Она помогает компаниям снижать риски, повышать привлекательность для инвесторов и обеспечивать долгосрочную эффективность, учитывая влияние деятельности на окружающую среду, сотрудников и общество.

В (Spagnuolo, Casciello, Carbone, 2025) на выборке европейских фирм за 2017–2022 гг. показано, что пандемия COVID-19 сыграла значительную роль в изменении взаимосвязи между корпоративной социальной ответственностью и финансовыми показателями компаний. Для периода в целом связь негативная, что авторы объясняют тем, что инвестиции в социальную ответственность не обязательно приносят финансовую выгоду. Напротив, во время кризиса связь становится положительной, что объясняется теорией стейкхолдеров (теория заинтересованных сторон, stakeholder theory): во время пандемии и повышенной экономической неопределенности внимание к социальным инициативам возрастает, высокая социальная ответственность укрепляет репутацию компании и доверие стейкхолдеров, что благоприятно сказывается на финансовом положении компании.

Согласно докладу НИУ ВШЭ и Российского союза промышленников и предпринимателей (РСПП) (Оценки влияния кризиса ..., 2021), «падение российского ВВП в 2020 г. под воздействием коронавирусных ограничений и ситуации на нефтяном рынке составило 3,1%». Многие страны продемонстрировали еще большее падение ВВП (–3,5% в США, –5% в Индии, –8,1% во Франции, –4,9% в Германии). Резкое падение ВВП объясняется локдаунами, «нерабочими» днями, нарушением глобальных цепочек поставок, быстрыми изменениями и объема, и структуры спроса на продукцию различных отраслей. Для ресурсо- и капиталоемких отраслей значимыми оказались проблемы удорожания импорта, девальвации рубля, адаптации к изменениям в цепочках поставок. Отмечается, что крупные российские компании отреагировали на пандемию и меры ее предотвращения оптимизацией затрат и снижением издержек.

Наша цель – оценить, как возросшая во время кризиса, вызванного пандемией COVID-19, экономическая неопределенность повлияла на восприятие инвесторами различных аспектов ESG-политики компаний в контексте риска снижения цен акций (далее – downside risk, или РСЦА) на развивающемся российском рынке.

В то время как некоторые метрики риска, такие как стандартное отклонение, основаны на симметричной вероятности убытков или прибыли, меры риска снижения цен акций (РСЦА), например, стоимостная мера риска, или «стоимость под риском» (value-at-risk), среднеквадратичное отклонение ниже среднего (semi-variance) и относительный бета-коэффициент снижения (relative downside beta) фокусируются на риске потери инвестиций. Эмпирические исследования показывают, что доходность акций не распределена нормально и характеризуется асимметрией (Hoernger et al., 2024). РСЦА имеет большое значение для институциональных инвесторов, включая пенсионные фонды (Ang, Chen, Sundaresan, 2013), банки и страховые компании из-за нормативных требований (Hoernger et al., 2024).

Наш вклад в академическую литературу осуществляется по трем направлениям.

Во-первых, мы применяем двухэтапный подход, включающий использование нейронных сетей с плотными слоями и объяснимого ИИ (XAI)³ для анализа

³ Комплексный набор процессов, инструментов и методов, предназначенных для того чтобы сделать результаты работы систем искусственного интеллекта (ИИ) понятными для пользователей.

детерминант РСЦА. Значения векторов Шепли⁴ используются для интерпретации эмпирических результатов, поскольку нейронные сети являются «черными ящиками». Предлагаемый двухэтапный подход делает результаты более прозрачными. Этот подход ранее не использовался для анализа факторов РСЦА на фондовом рынке (Zhang N., Zhang Y., Zong, 2023; Ali, Liu, Su, 2022; He et al., 2023; Chen et al., 2023; Cardillo, Bendinelli, Torluccio, 2022), поэтому мы восполняем существующий пробел. Применяя нейронные сети, мы можем учитывать нелинейность во влиянии и взаимодействии факторов без явного указания вида нелинейных функций, как это требуется в эконометрическом моделировании.

Отметим, что аналогичный двухэтапный подход, включающий построение модели ИИ и интерпретацию результатов с помощью векторов Шепли, использовался в ряде современных работ для решения других задач финансовой экономики. Так, например, в работе (Teplova, Sokolova, Kissa, 2023) выявляются детерминанты ликвидности на российском рынке акций; в работе (Muhammad et al., 2024) ранжируются по прогнозной силе предикторы динамики фондовых индексов развитых рынков; в работе (Baklanova, Kurkin, Teplova, 2024) анализируются детерминанты продажи невзаимозаменяемых токенов (non-fungible token, NFT) с акцентом на настроениях инвесторов.

Во-вторых, мы рассматриваем российский рынок как пример крупного развивающегося рынка и стремимся выявить детерминанты РСЦА. Большинство предыдущих исследовательских работ, изучающих детерминанты РСЦА, фокусируются на развитых рынках (Bax et al., 2019; Ali, Liu, Su, 2022) или азиатских развивающихся рынках (Zhang N., Zhang Y., Zong, 2023; He et al., 2023). Новизной нашего исследования является сравнительный анализ влияния различных факторов ESG на РСЦА до и во время пандемии.

В-третьих, мы выявляем ключевые движущие силы РСЦА, сосредоточившись на влиянии широкого спектра показателей ESG. Влияние компонентов ESG на РСЦА изучено в меньшей степени, поскольку большинство исследований сосредоточено на интегральных показателях ESG (Bax et al., 2023; Cardillo, Bendinelli, Torluccio, 2022; Zhang N., Zhang Y., Zong, 2023). Наше исследование заполняет этот пробел. В отличие от работы (Zhang N., Zhang Y., Zong, 2023) мы ранжируем экологические показатели по их влиянию на объясняемую переменную. Фокус сделан на экологических показателях, поскольку российская экономика является ресурсо-ориентированной. Мы получаем новые результаты о влиянии различных показателей экологической ответственности на РСЦА.

Разд. 2 содержит обзор литературы. В разд. 3 выдвигаются гипотезы и описываются переменные нашего исследования. Разд. 4 описывает методологию. В разд. 5 представлена описательная статистика. В разд. 6 приводятся результаты эмпирического исследования.

2. Обзор литературы

Традиционно в академической литературе в качестве детерминантов РСЦА рассматриваются такие метрики, как: а) финансовые показатели (Chen et al., 2023; Hoepner et al., 2023; He et al., 2023; Wang et al., 2019); б) нефундаментальные факторы с акцентом на корпоративное управление – например численность

⁴ Метод в теории кооперативных игр для справедливого распределения общего выигрыша (дохода, ценности) между участниками, основанный на среднем вкладе каждого игрока во всех возможных коалициях. Он обеспечивает оптимальное распределение, учитывая маргинальную полезность участника. Вектор всегда существует, и он – единственный.

и состав совета директоров, качество аудита, система вознаграждений (Ali, Liu, Su, 2022; He et al., 2023; Wang et al., 2019); в) биржевые характеристики акций – например оборачиваемость, волатильность доходности (Ali, Liu, Su, 2022; Wang et al., 2019; He et al., 2023); г) макроэкономические показатели и настроения участников рынка (Chen et al., 2023).

В последние два десятилетия этическая повестка также стала важной составляющей корпоративной деятельности. Начиная с 2010 г., общественные движения и государственная политика в развитых и развивающихся странах создают вектор для перехода к устойчивому развитию и учету социокультурных страновых особенностей. Происходящие в мире климатические изменения, падение экономической активности и рост инфляции из-за нарушений цепочек поставок в связи с пандемией COVID-19 и геополитическими конфликтами, усиление неравенства регионов и групп населения привели к тому, что вопрос о состоятельности парадигмы максимизации исключительно экономических выгод встал особенно остро. В работе (Данилов, 2021) подчеркивается сложность сочетания экономических факторов и стремления к максимизации рыночной стоимости компании с экологическими и социальными задачами, которые следует учитывать при планировании ответственных инвестиций.

Как приверженность принципам ESG отражается на деятельности компании и на результатах инвестиционного портфеля – вопрос, не теряющий академической и практической актуальности. В метаисследовании (Atz et al., 2023) по 1000 эмпирическим исследованиям, опубликованным после 2015 г., показано, что финансовые результаты компании положительно зависят от практики ESG – согласно 60% исследований – и отрицательно зависят от практики ESG – в 6% исследований; оставшиеся исследования констатируют либо нейтральную, либо смешанную реакцию. Выводы предыдущих работ о влиянии показателей ESG на показатели экспорта также противоречивы: авторы (Wu et al., 2022) выявили положительное влияние. Они объясняют это тем, что высокая корпоративная социальная ответственность повысила международную конкурентоспособность компаний и смягчила торговые барьеры. В ряде работ выявлена отрицательная связь между показателями ESG и показателями экспорта (Qing, Yuan, Li, 2024).

Теоретическая основа нашего исследования заключается в следующем. Согласно теории легитимности, общество оценивает репутацию и легитимность компании. Если эти показатели находятся на высоком уровне, это приводит к успешности в долгосрочной перспективе (Aouadi, Marsat, 2018). В (Anita et al., 2023; Qui, Shaukat, Tharyan, 2016) авторы обнаружили, что приверженность компании практикам ESG генерирует положительные сигналы для инвесторов и повышает конкурентоспособность фирмы.

Согласно теории атрибуции, люди формируют моральные суждения о деятельности фирмы (Lange, Washburn, 2012). В (Korinth, Lueg, 2023) авторы выявили, что более высокая корпоративная социальная ответственность дает инвесторам уверенность в том, что фирма защищена от социальных кризисов, поэтому волатильность доходности акций и риск снижаются. Авторы (Zhang N., Zhang Y., Zong, 2023) подчеркивают, что показатели ESG являются сигналами для инвесторов о фундаментальных показателях компании, а соблюдение повестки ESG повышает лояльность клиентов.

В то же время (Lööf, Sahamkhadam, Stephan, 2021) показывают, что во время кризиса, вызванного пандемией COVID-19, более высокие рейтинги ESG приводили к меньшему потенциалу роста доходности. Таким образом, результаты предыдущих исследований оказались неоднозначными и влияние ESG на РСЦА является актуальным исследовательским вопросом.

Портфельные результаты инвестора имеют положительную связь с приверженностью компаний ESG-повестке только в 38% исследований после 2015 г. (Atz et al., 2023). Следует учитывать, что в соответствии с теорией портфеля (Markowitz, 1952) выбор рискованного портфеля, отличного от рыночного, является субоптимальным выбором: такой портфель характеризуется большим некомпенсируемым идиосинкратическим риском, а портфель, ориентированный на акции компаний с высокими ESG-рейтингами, будет иметь большую дисперсию доходности и большую просадку цены.

Однако в ряде работ показано, что вложение средств в активы ESG, напротив, снижает инвестиционные риски (Broadstock et al., 2021; Huang, 2024) и это особенно отчетливо проявляется в моменты кризисов и неопределенности на финансовых рынках, поскольку компании с устоявшимися практиками ESG имеют больше гибких возможностей нейтрализации рисков и обеспечения операционной стабильности. Другими словами, важнейшая роль ESG за пределами экологических, социальных и управленческих соображений – это роль в управлении рисками. Известны четыре механизма, с помощью которых практики ESG могут повышать устойчивость стоимости акций компании: а) улучшение репутации компании, б) эффективное управление рисками, в) создание потенциала для инноваций, г) ответственное поведение стейкхолдеров (кадры, клиенты, поставщики, акционеры, инвесторы, кредиторы и регуляторы (Vishwanathan et al., 2020).

Как показывают (Wu et al., 2017), на основе серии индексов ESG FTSE4Good, просадка цены ESG-активов компенсировалась быстрее после глобального финансового кризиса 2007–2009 гг. в сравнении с просадкой аналогичных рыночных активов, не имеющих атрибута ESG. Однако в период финансового кризиса 2007–2009 гг. повестка ESG не была столь актуальной, как в 2020-е годы. События на финансовых рынках, связанные с пандемией COVID-19, дают много возможностей оценить рискованные характеристики ESG активов в глобальном масштабе.

В исследовании (Reber et al., 2022) анализируется влияние рейтинга ESG на идиосинкратический риск, в фокусе рассмотрения – американские компании, вышедшие на IPO. Как известно, IPO характеризуется сильной информационной асимметрией относительно истинной стоимости и перспектив развития компании и начальный период торгов акциями сопряжен с повышенными инвестиционными рисками, что придает нашему исследованию актуальность. Авторы предполагают, что в соответствии с теорией легитимности стремление к высокому рейтингу ESG будет способствовать сокращению информационной асимметрии, поскольку раскрытие информации о практиках ESG делает корпоративную деятельность более прозрачной, а цену акции – обусловленной не только фундаментальными, но и нефундаментальными показателями. Опираясь на данные по 1312 компаниям, вышедшим на IPO в 2002–2018 гг. в листинге на NYSE,

NASDAQ и AMEX, авторы делают вывод, что раскрытие информации о практиках ESG и высокие ESG-рейтинги способствует снижению идиосинкратического риска. Примечательно, что авторы, помимо стандартных показателей идиосинкратического риска, используют также показатели VaR и CVaR, но определяют их именно как меру идиосинкратического риска, а не как меру просадки цены акций.

В работе (Hu et al., 2021) исследуется роль политики устойчивого развития в управлении рисками для компаний китайского рынка. В качестве показателя устойчивого развития рассмотрен классический показатель корпоративной социальной ответственности (CSR, corporate social responsibility), отражающий идею моральной ответственности компании перед стейкхолдерами (Sheldon, 1924). Авторы (Hu et al., 2021) описывают два возможных противоположных направления влияния CSR на идиосинкратический риск компании – уменьшение или увеличение. Возможная отрицательная связь объясняется созданием посредством принятия корпоративной социальной ответственности такой нематериальной ценности, как высокая репутация. Позитивный социальный образ может привести к ослаблению ограничений финансирования и снижению стоимости финансирования компании. Возможная положительная связь объясняется доводами неоклассической экономической теории и аргументами о том, что менеджмент компании, принимая повестку ESG и соглашаясь на дополнительную подконтрольность, может вместе с тем проявлять избирательность в продвижении политики корпоративной социальной ответственности, делая акцент на тех направлениях, которые в большей степени соответствуют краткосрочным и долгосрочным интересам самих менеджеров. В выборке китайских нефинансовых публичных компаний за 2010–2018 гг. авторы находят подтверждение гипотезе об отрицательной связи показателя CSR с идиосинкратическим риском. Такая связь особо значима для компаний с государственным участием, с низким качеством корпоративного управления и для компаний, характеризующихся невысокими темпами роста.

В (Lee, Koh 2024) авторы фокусируются на финансовых компаниях американского рынка, мотивируя такой объект исследования тем, что в отличие от производственных компаний финансовые компании могут создавать системные отрицательные экстерналии: крах одного финансового института может породить системные шоки. Финансовые институты поэтому проактивны в поддержке ESG-повестки. Авторы провели регрессионный анализ за период 2014–2020 гг. Результаты показали, что интегральный фактор ESG имеет отрицательную связь с показателями совокупного, рыночного и идиосинкратического риска. В то же время такая связь сохраняется только для показателей социальной ответственности и корпоративного управления, если они рассматриваются обособленно, а показатель экологической ответственности статистически значим только по отношению к рыночному риску. Авторы объясняют этот результат тем, что в последние годы экологический фактор приобрел характер систематического воздействия на финансовый рынок и экономическую систему. Это, в частности, касается новостей об изменении климата.

В качестве меры РСЦА часто выбирают оценку вероятности такой просадки в виде коэффициента асимметрии отрицательных доходностей, в соответствии с подходом (Kim et al., 2014). В (Liu, 2022) анализ влияния ESG-показателей

на РСЦА (измеряемый согласно подходу Kim et al., 2014) проводится для китайских публичных компаний за период 2015–2020 гг. Выборка разграничивалась по структуре собственности в соответствии с предположением, что компании с государственным участием обладают большей готовностью соблюдать повестку ESG в связи с их социально-ориентированным имиджем на китайском рынке. Более того, предоставление им государственной поддержки и возможность доступа к государственным фондам делает интеграцию принципов устойчивого развития в их деятельность менее обременительной, если такая интеграция действительно окажется субоптимальной, как это видится в неоклассической экономической теории. Результаты исследования подтверждают гипотезу: отрицательная связь между рейтингом ESG и РСЦА наиболее значима для китайских компаний с государственным участием.

Примечательно исследование (Hoerger et al., 2024), поскольку оно представляет собой кейс, позволяющий напрямую проверить работу механизмов теории заинтересованных групп в управлении рисками. В данном случае стейкхолдером является один из крупнейших институциональных инвесторов Великобритании, чье название не разглашается, предоставивший для исследования закрытые данные по 1443 коммуникациям с 485 эмитентами акций в инвестиционном портфеле за период 2005–2018 гг. Коммуникации (запросы к эмитентам) в 51% случаев касались управленческой повестки, в 26% — экологической повестки, в 23% — социальной политики эмитентов. По мнению авторов, для институциональных инвесторов РСЦА особенно значим. Так, например, для пенсионных фондов снижение стоимости акций может привести к разбалансировке стоимости активов и обязательств, что ограничивается законодательно. Для банков и страховых компаний регуляторные требования по уровню капитала определяются мерой VaR. Как показывают исследования (Harvey, Siddique, 2000; Ang, Chen, Sundaresan, 2006), частные инвесторы могут оценивать риск в инвестиционной парадигме «ожидаемая доходность — риск» не по волатильности, а по просадке цены. Результаты показывают, что вовлеченность институционального инвестора приводит к снижению риска просадки, что отчетливее всего проявляется в случаях, когда запросы такого инвестора эмитенту были выполнены и когда они затрагивали экологическую повестку, что авторы объясняют наличием прямого канала сдерживания риска просадки — сокращается число негативных экологических событий, связанных с эмитентом.

В последние годы исследователи имели уникальную возможность выявить роль ESG повестки как силы, сдерживающей риски, включив в период рассмотрения годы пандемии COVID-19 и связанные с этим эпизоды падения цен акций. Ключевые ожидания в таких исследованиях — это большая ценовая устойчивость активов ESG, обусловленная более гибкими возможностями компаний подстраиваться к меняющейся конъюнктуре.

В (Broadstock et al., 2021) акцентируют внимание на том, что качество корпоративного управления, в отличие от социальной и экологической ответственности, является классической детерминантой финансовых результатов компании. Управленческие риски стандартны для компаний различного профиля, в то время как экологические и социальные риски могут различаться по значимости от компании к компании. Более высокие рейтинги экологической

и социальной ответственности китайских компаний означают, что управленческой составляющей в повестке ESG уделяется менее пристальное внимание. Авторы изучают ценовое поведение 300 акций рыночного индекса CSI300 с применением событийного анализа в период локдауна в Ухане, а также динамику риск-нейтральных портфелей ESG в доковидный период 2015–2020 гг. Делается заключение о тенденции большей ценовой устойчивости акций компаний с практиками ESG в период финансового кризиса, а также о том, что в периоды «нормальных» рыночных условий акции компаний с более высоким рейтингом ESG обыгрывают акции с более низким рейтингом ESG. Для факторов экологической ответственности и корпоративного управления выявлено положительное влияние на доходности в событийном анализе, а для фактора социальной ответственности — отрицательное, что может быть объяснено тем, что поддержание социальных обязательств в периоды финансового кризиса становится для компаний тяжким бременем. Вместе с тем влияние практик устойчивого развития на ценовой риск, который аппроксимируется волатильностью, в событийном анализе оказалось слабым и даже незначимым после включения контрольного фактора — соотношения балансовой и рыночной стоимостей.

В (Huang, 2024) по американскому рынку исследует вопрос о том, действительно ли инвестиции в ESG-ориентированные ETF играли защитную роль в период пандемии COVID-19. Автор ссылается на предыдущие исследования, в которых выявлено превосходство ESG-ориентированных фондов по рисковым характеристикам в кризисные периоды и лидирующая роль классических фондов по доходности в условиях нормальной рыночной конъюнктуры. Обзор предыдущих работ свидетельствует о том, что инвесторы, последовательно вкладывающие средства в фонды ESG, — это скорее всего рискофобы, поскольку они предпочитают защиту от риска просадки перспективам получения высокой прибыли. Для оценки метрики риска VaR используется авторская модель комбинированных прогнозов, которая строится на базе сразу нескольких моделей искусственного интеллекта для нивелирования недостатков каждой из них. Проведя сравнительный анализ ценового поведения ESG-ориентированного фонда iShares MSCI USA ESG Select ETF и нефтегазового фонда S&P Oil & Gas Exploration & Production ETF в 2012–2022 гг., автор делает вывод, что ESG-ориентированный портфель действительно был защитным активом в период пандемии COVID-19, но при этом нормированная по параметру риска доходность не была отличима от таковой для нефтегазового портфеля. Тем самым эмпирически поддерживается равновесная теория этического инвестирования, изложенная в работе (Pástor et al., 2021), согласно которой ESG-инвестирование находит спрос у приверженцев защитных активов, поскольку такое инвестирование в долгосрочной перспективе характеризуется невысокой доходностью и невысоким риском.

Таким образом, кризис, вызванный пандемией COVID-19, позволил обогатить результаты исследований, касающихся роли соблюдения ESG-принципов в корпоративной деятельности и инвестиционной деятельности в кризисных условиях (Broadstock et al., 2021; Huang, 2024). Отметим, что этот кризис — эпизод истории глобального финансового рынка, который позволяет выявить влияние ESG-показателей на доходность и риск акций на краткосрочном горизонте. Последствия принятия компаниями повестки ESG для корпоративной деятель-

ности и инвестиционных решений скорее всего будут проявляться и в долгосрочной перспективе, а потому с течением времени можно ожидать больше надежных эмпирических свидетельств относительно роли ESG в долгосрочной перспективе.

Как видно из обзора литературы, большая часть проведенных исследований фокусируются либо на развитых рынках (Huang, 2024; Hoepner et al., 2024), либо на крупных азиатских развивающихся рынках (Broadstock et al., 2021; Liu, 2022). Наше исследование фокусируется на развивающемся российском рынке, которому не было уделено внимания в предыдущих работах, посвященных роли ESG-показателей как детерминант риска. Кроме того, мы сопоставляем и ранжируем по силе влияния факторы ESG до и во время кризиса, вызванного пандемией COVID-19.

Мы отмечаем, что в более ранних исследованиях в основном применялись линейные МНК-модели регрессии (OLS, ordinary least squares) (Zhang N., Zhang Y., Zong, 2023; Ali, Liu., Su, 2022), панельные регрессии (He et al., 2023; Chen et al., 2023) и модели обобщенного метода моментов (GMM, generalized method of moments) (Cardillo, Bendinelli, Torluccio, 2022; Ali, Liu, Su, 2022) для выявления факторов РСЦА. Насколько нам известно, нет исследований, в которых анализировалось бы влияние показателей ESG на РСЦА с помощью методов ХАИ. Наша статья заполняет этот пробел: мы применяем двухэтапный подход, включающий использование нейронных сетей с плотными слоями и объяснимого ИИ (ХАИ) для анализа детерминант РСЦА.

3. Гипотезы исследования и спецификация переменных

Мы выдвигаем ряд следующих гипотез.

Гипотеза 1. Повышение показателей экологической ответственности фирмы приводит к уменьшению РСЦА на российском рынке как до пандемии COVID-19, так и во время нее.

Существует множество работ, в которых исследуется влияние факторов охраны окружающей среды на финансовые показатели и стоимость компании. Их основные выводы таковы: более высокая экологическая ответственность компании снижает стоимость долга и собственного капитала (Baldi, Pandimiglio, 2022; Zhang, Zhao, Qu, 2021), она положительно влияет на рентабельность активов (Xie, Huo, Zou, 2019), увеличивает отношение рыночной стоимости к балансовой стоимости, коэффициент Тобина (Abdi, Li, Càmarà-Turull, 2020) и улучшает финансовые результаты (Ma, Zhang, Yin, 2021). Мы предполагаем, что если факторы охраны окружающей среды влияют на финансовые показатели и стоимость компании, то экологическая ответственность влияет и на РСЦА.

В соответствии с результатами (Starks, 2009; El Ghouli et al., 2011) мы предполагаем, что инвесторы учитывают экологическую ответственность компаний. Ряд исследовательских работ раскрывают отрицательное влияние интегральных показателей ESG и их компонентов, связанных с охраной окружающей среды, на РСЦА. В (He et al., 2023) авторы утверждают, что принятие корпоративного риска зависит от решений менеджмента, а приверженность ESG-повестке способствует улучшению репутации и усилению влияния менеджмента. Долгосрочное инвестирование в ESG-проекты вытесняет другие виды деловой активности

и, таким образом, снижает принятие риска в краткосрочной перспективе. Как показывают результаты работы (He et al., 2023), повышение корпоративной социальной ответственности значимо и негативно влияет на волатильность доходности акций на китайском рынке. В работе (Cardillo, Bendinelli, Torlucchio, 2022) по европейским компаниям с применением GMM-моделей показано, что акции компаний с более высокими рейтингами ESG характеризуются более высокой доходностью и более низкой волатильностью.

Авторы (Hoerner et al., 2023) показывают, что приверженность акционеров ESG-повестке приводит к снижению РСЦА, и этот эффект обусловлен меньшей вероятностью негативных событий, связанных с экологией. По мнению авторов (Zhang N., Zhang Y., Zong, 2023), соблюдение ESG-повестки может привести к сильным фундаментальным показателям в будущем, предотвратить оппортунизм менеджеров и повысить лояльность клиентов. Их эмпирическое исследование компаний китайского рынка показывает, что рейтинг ESG значимо отрицательно влияет на РСЦА, выраженный такими мерами, как нижний частичный момент второго порядка (*second-order lower partial moment*, LPM) и стоимость под риском (*value-at-risk*, VaR), причем эффект был выше во время пандемии COVID-19.

В работе (Huang, 2024) по американскому рынку показано, что инвестиции в ESG-ориентированные ETF (exchange traded fund – биржевой инвестиционный фонд, паи (акции) которого торгуются на бирже подобно обычным акциям) играли защитную роль в период пандемии COVID-19, тем самым эмпирически поддерживается равновесная теория этического инвестирования: ESG-ориентированное инвестирование в долгосрочной перспективе характеризуется невысокой доходностью и невысоким риском.

Гипотеза 2. На развивающемся российском рынке показатели экологической ответственности оказывают более слабое влияние на РСЦА, чем экономический рост, размер и долговая нагрузка компаний, а также волатильность доходности акций. Сила влияния этих факторов возросла во время кризиса, вызванного пандемией COVID-19.

Российский рынок характеризуется медленным темпом роста ВВП с 2012 г. и значительными спадами темпа роста ВВП в 2014–2015 гг. и 2020 г., а также доминированием государственного сектора в экономике и низкой ликвидностью фондового рынка. Поэтому мы предполагаем, что *макроэкономические переменные, размер компании и ее долговая нагрузка, а также волатильность доходности акций являются ключевыми факторами РСЦА*. Мы также предполагаем, что во время кризиса роль этих факторов возросла из-за сбоя в цепочках поставок, закрытия предприятий из-за карантина и увеличения кредитных рисков.

Авторы (Zhang N., Zhang Y., Zong, 2023) выявляют значимое влияние на РСЦА таких факторов, как рыночная капитализация, финансовый леверидж, волатильность доходности акций и дамми-переменная COVID-19 для китайского рынка. В (Hoerner et al., 2023), используя глобальную выборку фирм, авторы обнаружили, что такие фундаментальные показатели фирмы, как рыночная стоимость, отношение рыночной стоимости к балансовой, леверидж и маржа чистой прибыли – значимы для РСЦА. Рассматривая различные типы обязательств ESG, авторы показывают, что обязательства фирм по экологическим вопросам приво-

дят к уменьшению РСЦА. Влияние обязательств ESG на РСЦА сильнее всего для фирм в Северной Америке, что объясняется сильной защитой прав инвесторов и высоким уровнем прозрачности деятельности этих фирм.

Гипотеза 3. Во время кризиса, вызванного пандемией COVID-19, усилилось воздействие социальной ответственности и корпоративного управления на РСЦА на российском рынке (по сравнению с периодом до кризиса).

Мы предполагаем, что более высокая социальная ответственность и более высокое качество корпоративного управления уменьшают информационную асимметрию в периоды кризиса и повышают доверие инвесторов, уменьшая РСЦА. Авторы (Nofsinger, Varma, 2014) выявили, что в кризисные периоды социально ответственные инвестиционные фонды превосходят традиционные. В (Bousslah, Kryzanowski, M'Zali, 2018) выявили, что более высокая социальная ответственность создает моральный капитал, который снижает риски. (Li, Wang S., Wang X., 2017) показали, что акции компаний в регионах с высоким уровнем социального доверия характеризуются более низким «хвостовым» риском. В (He et al., 2023) показано, что более сильная корпоративная социальная ответственность отрицательно влияет на волатильность доходности акций на китайском рынке.

В исследовании (Hu et al., 2021) для компаний китайского рынка было показано отрицательное влияние корпоративной социальной ответственности на идиосинкратический риск, это объясняется созданием такой нематериальной ценности, как высокая репутация, что, в свою очередь, ведет к ослаблению ограничений финансирования и уменьшению стоимости финансирования компании.

Авторы (He et al., 2023) показывают, что на китайском рынке рейтинг ESG и размер совета директоров снижают риск, измеряемый волатильностью доходности акций. В исследовании (Ali, Liu, Su, 2022) показано, что для австралийских фирм качество корпоративного управления (выраженное такими метриками, как интегральный индекс качества корпоративного управления, эффективность деятельности совета директоров и качество аудита) значимо отрицательно влияет на РСЦА, измеряемый параметрической, исторической и условной стоимостями под риском (value at risk, VaR). Другими значимыми детерминантами являются численность совета директоров, качество аудита и доля независимых директоров.

В (Zhang N., Zhang Y., Zong, 2023) по рынку Китая отмечается, что влияние рейтингов ESG на такие метрики риска, как нижний частичный момент второго порядка (second-order lower partial moment, LPM) и стоимость под риском, выше в период пандемии COVID-19. Исследование (Broadstock, 2021) китайского рынка акций показывает, что качество корпоративного управления положительно влияет на доходность акций.

В качестве зависимой переменной мы рассматриваем ежедневный бета-коэффициент снижения цен акций (downside relative beta, DRB), рассчитанный по формуле:

$$DRB = \frac{\text{cov}(r_i; r_m | r_m < 0)}{\text{var}(r_m | r_m < 0)} - \frac{\text{cov}(r_i; r_m)}{\text{var}(r_m)}, \quad (1)$$

где r_i — дневная доходность акций i ; r_m — дневная доходность фондового индекса (МОЕХ); cov и var — меры ковариации и дисперсии соответственно;

$\text{cov}(r_i; r_m | r_m < 0)$ – ковариация между дневной доходностью акций i и дневной доходностью индекса при условии отрицательной рыночной доходности; $\text{var}(r_m | r_m < 0)$ – дисперсия дневной рыночной доходности при условии отрицательной рыночной доходности. Отношение $\text{cov}(r_i; r_m) / \text{var}(r_m)$ – классический бета-коэффициент из модели CAPM; $\text{cov}(r_i; r_m | r_m < 0) / \text{var}(r_m | r_m < 0)$ – бета-коэффициент снижения цен акций, предложенный в (Bawa, Lindenberg, 1977), чтобы лучше описать предпочтения инвестора, не склонного к риску.

Мы используем следующие переменные для контроля профиля компании.

Размер компании аппроксимируется логарифмом рыночной капитализации и логарифмом выручки. Более крупные компании имеют более низкие уровни РСЦА, измеряемые VaR и LPM (Zhang N., Zhang Y., Zong, 2023).

Стоимость компании измеряется с помощью Q-Тобина и роста выручки. Авторы (Hoernig et al., 2023) показали, что более высокое отношение рыночной стоимости к балансовой снижает РСЦА, измеряемый VaR и LPM.

Ликвидность акций измеряется авторским интегральным индексом ликвидности, основанным на первой главной компоненте для различных показателей ликвидности. Согласно результатам (Zhang N., Zhang Y., Zong, 2023), мы ожидаем, что большая ликвидность приводит к более низким показателям РСЦА.

Такие *финансовые коэффициенты*, как кредитное плечо, рентабельность активов, рентабельность капитала и операционная прибыль (Zhang N., Zhang Y., Zong, 2023), показывают, что финансовое плечо и ROA значимо положительно влияют на показатели РСЦА, выраженные метриками LPM и VaR. В (He et al., 2023) обнаружено, что ROA значимо положительно влияет на волатильность доходности акций.

Волатильность доходности. В (Zhang N., Zhang Y., Zong, 2023) доказано, что волатильность доходности акций значимо положительно влияет на показатели риска LPM и VaR.

Макроиндикаторы. Следуя результатам (Zhang N., Zhang Y., Zong, 2023; Camilleri, Scicluna, Bai, 2019; Fagoog, 2018), мы рассматриваем темп роста ВВП и инфляции в качестве контрольных переменных.

В табл. 1 приведены используемые нами переменные и показаны их ожидаемые знаки⁵.

Таблица 1.

Переменные, используемые в данном исследовании

Название переменной	Описание	Ожидаемый знак
Объясняемая переменная		
<i>DRB</i>	Относительный бета-коэффициент снижения, рассчитанный в соответствии с формулой (1)	
ESG-показатели (минимум – 0, максимум – 100)		
<i>ESG</i>	Интегральный показатель ESG	–
<i>ES</i>	Показатель экологической ответственности	–
<i>ResUse</i>	Показатель способности компании сократить использование ресурсов	–
<i>Emis</i>	Показатель приверженности компании сокращению выбросов в своих производственных процессах	–

⁵ Пояснения по методике расчета ESG-показателей представлены на сайте авторов (<https://fmlab.hse.ru/appendices>).

Окончание таблицы 1.

Название переменной	Описание	Ожидаемый знак
<i>EnvInn</i>	Логарифмический показатель внедрения экологических инноваций	–
<i>PolWat</i>	Логарифмический показатель расходования воды в производственных процессах	–
<i>PolEner</i>	Логарифмический показатель устойчивости энергетической политики компании	–
<i>PolEmis</i>	Показатель устойчивости политики компании в области выбросов	–
<i>EMTS</i>	Показатель эффективности экологического менеджмента компании	–
<i>ESCM</i>	Показатель устойчивости в управлении цепочкой поставок компании	–
<i>SS</i>	Показатель социальной ответственности	–
<i>GS</i>	Показатель качества корпоративного управления	–
Контрольные переменные		
<i>ND_EBITDA</i>	Net Debt / EBITDA	+
<i>ROE</i>	Рентабельность собственного капитала	+
<i>ICR</i>	Коэффициент покрытия процентов	–
<i>ROA</i>	Рентабельность активов	+
<i>OM</i>	Маржа операционной прибыли	+
<i>QT</i>	Q-Тобина (отношение рыночной капитализации к стоимости чистых активов)	–
<i>Liq</i>	Первая главная компонента показателей ликвидности акций: объем торгов с учетом и без учета свободного обращения (free float), торговый оборот, относительный бид-аск спред, доля акций в свободном обращении, показатель Hui Heubel	–
<i>LnMC</i>	Логарифм рыночной капитализации	–
<i>LnRev</i>	Логарифм выручки	–
<i>Revgr</i>	Рост выручки, %, г/г	–
<i>Vol</i>	Волатильность годовой доходности акций	+
<i>GDPgr</i>	Рост реального ВВП, %	–
<i>Infl</i>	Темп инфляции, %	+

Примечание. Бид-аск спред (bid-ask spread) – разница между лучшей ценой продажи (ask) и лучшей ценой покупки (bid) актива в стакане ордеров. Показатель Hui Heubel (HH) – метрика риска ликвидности, оценивающая глубину и устойчивость рынка путем сопоставления изменений цены с объемом торгов. Чем ниже коэффициент, тем выше ликвидность актива, так как меньший объем сделок вызывает меньшее изменение цены.

4. Методология исследования

Мы используем нейронную сеть с плотными слоями. Первый слой выполняет пакетную нормализацию входных данных. Нормализация данных позволяет оптимизировать модель, устраняет проблему исчезновения или резкого увеличения градиентов и уменьшает влияние выбросов. Кроме того, она может помочь сократить число параметров модели и, таким образом, снизить риск переобучения. Она также стабилизирует производительность нейронной сети и повышает ее общее качество (т.е. снижает значение метрики RMSE (root mean square error, корень из среднеквадратичной ошибки)).

За входным слоем следуют три скрытых плотных слоя в воронкообразной структуре, содержащей 100, 60 и 30 нейронов соответственно. Чтобы решить проблему переобучения, каждый скрытый слой дополняется слоем исключения (dropout) с вероятностью исключения 10%. Это означает, что модель временно удаляет случайное подмножество нейронов во время процесса обучения, чтобы уменьшить сложные ко-адаптации (слишком сильные зависимости между нейронами). Выходной слой содержит один нейрон. Функция активации гиперболического тангенса используется на скрытых и выходных слоях. Эта функция уменьшает колебания значений в скрытых слоях и ускоряет сходимость стохастического градиентного спуска.

Мы используем ускоренную по Нестерову адаптивную оценку моментов (NADAM, Nesterov-accelerated adaptive momentum) для оптимизации. Нейронная сеть обучается на 215 эпохах. Обучение включает в себя кросс-валидацию, т.е. постепенное расширение обучающего набора с течением времени и соответствующее перемещение тестового набора (рис. 1). Параметры выбираются итеративно для достижения наиболее приемлемого качества и его стабильного воспроизведения при повторном запуске алгоритма. NADAM позволяет ускорить сходимость с помощью момента Нестерова, что важно для небольших выборок. NADAM также более устойчив к шуму, чем ADAM. Вспомогательные слои (нормализация и исключения) повышают устойчивость модели и снижают риск переобучения, что также важно для небольших выборок.

Рис. 1 иллюстрирует разделение набора данных на пять пар подвыборок (обучающая и тестовая). Строятся пять моделей, каждая – для пары подвыборок, что обеспечивает последовательное расширение входных данных для добавления в тестовый набор. Вся выборка делится на шесть равных частей (по числу наблюдений), причем наблюдения упорядочены по годам. В первой модели используется первая 1/6 часть (упорядочение по временной оси) наблюдений как обучающая выборка и вторая 1/6 часть наблюдений как тестовая выборка. Во второй модели используются первые 2/6 части наблюдений как обучающая выборка и третья 1/6 часть наблюдений как тестовая выборка. В третьей модели используются первые 3/6 части наблюдений как обучающая выборка и четвертая 1/6 как тестовая, и т.д. Таким образом выборка постепенно расширяется, охватывая все новые периоды времени. При таком подходе не происходит потери данных, что важно, учитывая сравнительно небольшое число наблюдений (280 наблюдений). Далее в нашей работе представлены результаты расчетов по модели «до ковида», тестовая выборка в которой охватывает преимущественно 2017–2018 гг. (это третья модель в нашей цепочке расчетов), и по модели «во время ковида», тестовая выборка в которой

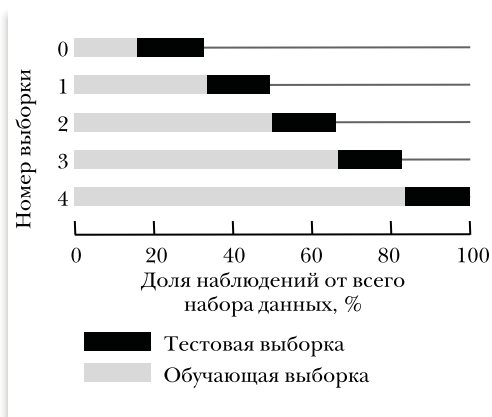


Рис. 1.
Разделение набора данных на пять подвыборок с расширяющимся охватом наблюдений

охватывает половину наблюдений за 2020 г. и весь 2021 г. (это последняя, пятая, модель в цепочке расчетов).

Для интерпретации результатов мы используем векторы Шепли для оценки предельного вклада каждого фактора в окончательный результат (Lundberg et al., 2018). Метод основан на теории игр, в которой он первоначально использовался для определения оптимального распределения выигрышей между игроками. В корпоративных играх игроки могут получить выигрыш, действуя отдельно или вступая в коалиции, причем объем выигрыша может зависеть от состава коалиции. При этом соблюдается ряд принципов: а) выигрыш целиком разделяется между игроками, б) два игрока, вносящие один и тот же вклад, получают одинаковый выигрыш, в) принцип линейности – если существует несколько отдельных игр, то доля игрока при их объединении равна сумме долей игрока в отдельных играх, а при увеличении выигрыша в несколько раз доля игрока соответствующим образом увеличивается, г) игрок, не вносящий вклада в коалицию, не получает никакой доли в общем выигрыше.

В рамках моделей ИИ в роли «игроков» выступают факторы, влияющие на зависимую переменную, а «коалициями игроков» являются подмножества факторов. Модельное (т.е. рассчитываемое нейросетью) значение зависимой переменной – это совокупный выигрыш коалиции факторов модели. Векторы Шепли позволяют разделить этот выигрыш между факторами для каждого конкретного наблюдения (случая).

Каждому фактору присваивается важность, отражающая величину его влияния на зависимую переменную. Важность отражает то, как изменяется модельное значение зависимой переменной при расчетах с включением этого фактора и без его включения во множество факторов. Чтобы вычислить значения важности для всех факторов модели, метод векторов Шепли анализирует все возможные комбинации наборов факторов и вычисляет средний вклад каждого фактора во все возможные комбинации. Это позволяет получить наглядное представление о важности факторов в контексте модели ИИ. Поскольку выигрыш в игре без участников должен быть равен нулю, из всех модельных значений зависимой переменной вычитается среднее ее значение по выборке.

После этого можно определить средние абсолютные значения векторов Шепли по всей выборке компаний, и они и будут определять важность факторов.

Значения векторов Шепли рассчитываются следующим образом (Lundberg et al., 2018):

$$\Phi(v)_i = \sum_{i \in K} \frac{(k-1)!(n-k)!}{n!} (v(K) - v(K \setminus i)), \quad (2)$$

где n – число факторов; K – коалиция факторов; k – число факторов в K ; i – индекс конкретного фактора; v – характеристическая функция – такая, что вклад фактора i рассчитывается как $v(K) - v(K_i)$.

Пример расчета вклада факторов для решения одной из задач финансовой экономики приведен в Приложении, п. А2.

Общая схема нашего методологического подхода представлена на рис. 2.

Наш подход, в рамках которого сопоставляются результаты по выборкам до кризиса, вызванного пандемией COVID-19, и во время него, также приме-

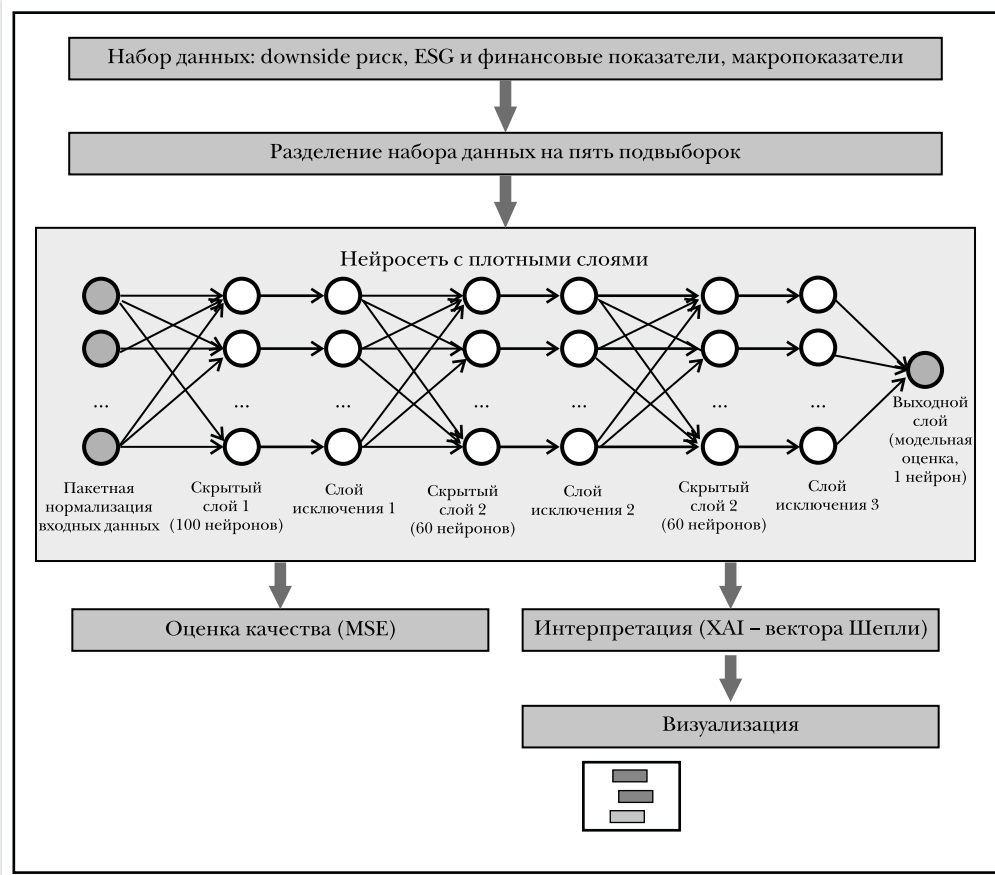


Рис. 2.

Схема нашего методологического подхода

нялся и в предыдущих работах для решения различных задач финансовой экономики, связанных с анализом влияния этого кризиса. Например, (Baig, Chen, 2022) проводят сравнительный анализ динамики IPO на рынке США во время пандемии и до пандемии, разделяя период анализа на 2018–2019 гг. и 2020 г. Авторы показывают, что IPO во время пандемии характеризуются большей недооценкой и большей волатильностью доходности акций после IPO по сравнению с периодом до пандемии (разности средних значений по подвыборкам статистически значимы для большей части отраслей). Авторы объясняют это высокой информационной неопределенностью, вызванной кризисом. В работе (Zhu, Rahman, 2025) исследуется взаимосвязь между ожидаемыми изменениями ESG-показателей, прогнозируемыми на основе моделей машинного обучения, и доходностью акций европейских компаний. Выборка делится на две подвыборки: период до COVID-19 (с 2017 по 2019 г.) и период пандемии (2020–2021 гг.). Построены две регрессионные модели по подвыборкам и выявлено, что связь между ожидаемыми изменениями ESG и доходностью акций является положи-

тельной и статистически значимой в период после пандемии COVID-19, что согласуется с теорией стейкхолдеров.

Наши расчеты показывают, что на российском рынке акций в начале 2020 г. фиксировался структурный сдвиг, отражающийся в повышении дисперсии доходности фондового индекса (подробнее см. Приложение, п. А3).

5. Описательная статистика

Выборка включает данные по 36 российским нефинансовым публичным компаниям. Период выборки – с 2013 по 2021 г. Описательная статистика приведена в табл. 2. Набор данных, содержащий 280 наблюдений, является несбалансированным, поскольку для некоторых компаний имеются пропуски в данных ESG. Выборка репрезентативна для российского рынка, содержит крупные и средние компании и неоднородна по уровню ликвидности.

Таблица 2.

Описательная статистика

Переменная	Среднее	Медиана	Минимум	Максимум	Стандартное отклонение
<i>DRB</i>	0,11040	0,10531	-0,68236	1,14577	0,26242
<i>ESG</i>	45,90549	44,17397	4,68589	83,09429	18,16181
<i>SS</i>	43,66667	42,40773	0,36806	88,03208	22,15777
<i>GS</i>	50,95111	50,99489	5,04646	96,38986	22,42871
<i>ES</i>	42,89864	41,69618	0,00000	90,43826	21,67630
<i>ResUse</i>	50,35820	49,30729	0,00000	99,78355	28,09577
<i>Emis</i>	50,86459	55,44045	0,00000	94,41176	24,71665
<i>EnvInn</i>	1,21615	0,00000	0,00000	4,59024	1,76862
<i>PolWat</i>	3,52633	4,25373	0,00000	4,42180	1,62827
<i>PolEner</i>	10,62034	4,24727	0,00000	69,89619	19,83120
<i>PolEmis</i>	52,23241	62,40741	0,00000	76,68269	26,48759
<i>EMTS</i>	42,32186	69,09091	0,00000	89,74895	36,89498
<i>ESCM</i>	29,68722	0,00000	0,00000	86,46209	37,42314
<i>GDPgr</i>	1,06788	1,75542	-2,95127	4,70000	2,28845
<i>Infl</i>	6,49571	6,75371	2,87830	15,53441	3,65183
<i>ND_EBITDA</i>	1,65082	1,29000	-0,73833	18,33214	1,92629
<i>ROE</i>	0,16545	0,12300	-1,50000	1,96853	0,37271
<i>ICR</i>	12,16668	7,58096	-3,00000	140,94371	13,81170
<i>ROA</i>	6,93118	5,82147	-15,85994	35,00000	8,42428
<i>OM</i>	15,16222	13,05963	-15,00000	55,62218	15,43880
<i>QT</i>	1,43419	1,08943	-0,02064	7,00000	1,19470
<i>LnMC</i>	26,67793	26,70806	23,36987	29,72617	1,32338
<i>LnRev</i>	26,85122	26,74974	23,56275	29,79158	1,22410
<i>Revgr</i>	5,31619	2,82823	-45,00000	70,00000	16,73350
<i>Vol</i>	0,30632	0,28265	0,07958	1,00000	0,11964

Источник: база данных Eikon LSEG (до 2024 г. – Refinitiv).

6. Результаты исследования и их обсуждение

Мы построили пять моделей нейронных сетей, задействованных для тестирования гипотез на разных временных отрезках (см. рис. 1). Метрика MSE качества прогнозирования модели варьирует от 0,043 до 0,109 и принимает значение 0,068 при усреднении по всем пяти моделям, что является приемлемым для формулирования выводов. В качестве проверки надежности мы сравниваем результаты по разным моделям (Support Vector Machine и Random Forest – см. Приложение, п. А1). Наша модель (нейронная сеть с плотными слоями) демонстрирует усредненную MSE (0,068) на том же уровне, что и модели Random Forest (усредненная MSE составляет 0,068) и SVM (0,069) (метод опорных векторов – от англ. support vector machine).

На рис. 3 и 4 показаны результаты для периода до кризиса, вызванного пандемией COVID-19, а на рис. 5 и 6 – результаты для периода кризиса. На рис. 3 и 5 видна сила воздействия различных факторов на зависимую переменную (РСЦА), а на рис. 4 и 6 – направление воздействия. Обсуждение результатов представлено в п. 6.1–6.3. Структура этих пунктов построена следующим образом: сначала обсуждается ранжирование детерминант РСЦА по силе влияния, затем – направление влияния. Если гипотеза касается двух периодов, то сначала приводятся результаты для периода до кризиса, затем – во время него.

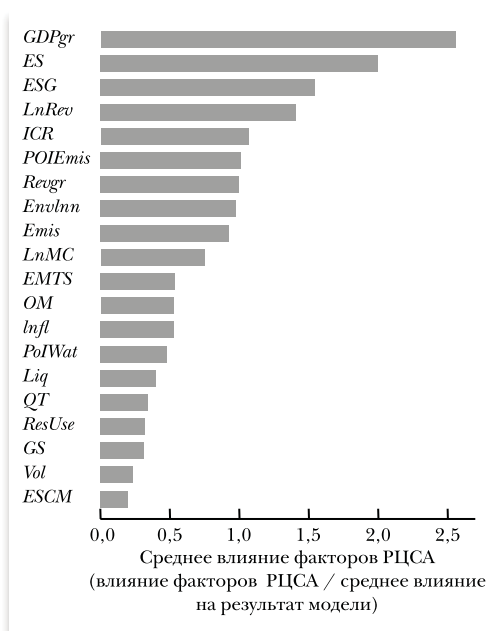


Рис. 3.

Средний вклад (важность влияния) каждого фактора в РСЦА до кризиса, вызванного пандемией

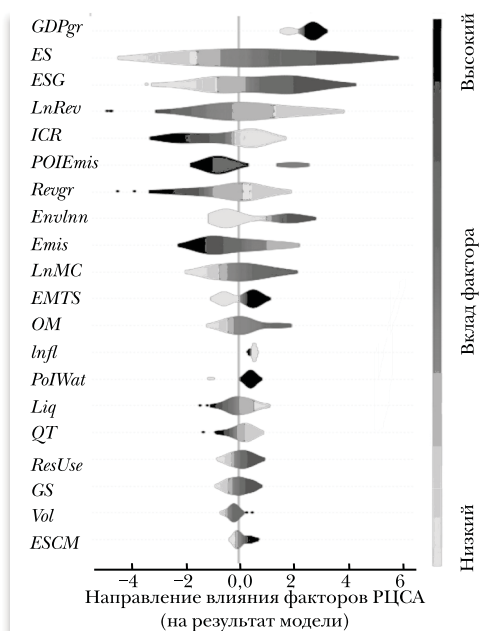


Рис. 4.

Направление влияния факторов на РСЦА для периода до кризиса, вызванного пандемией

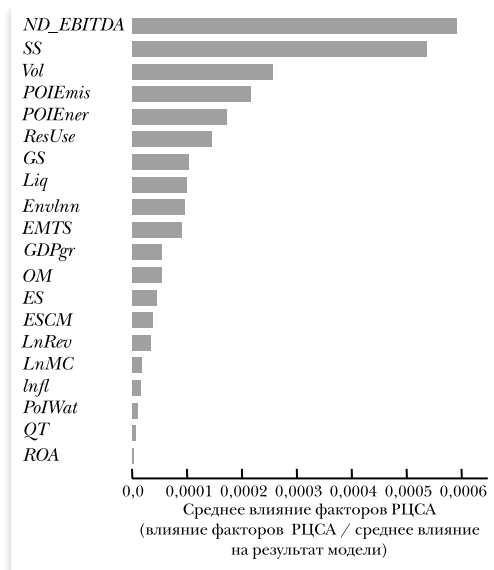


Рис. 5.

Средний вклад (важность влияния) каждого фактора в РСЦА во время кризиса, вызванного пандемией

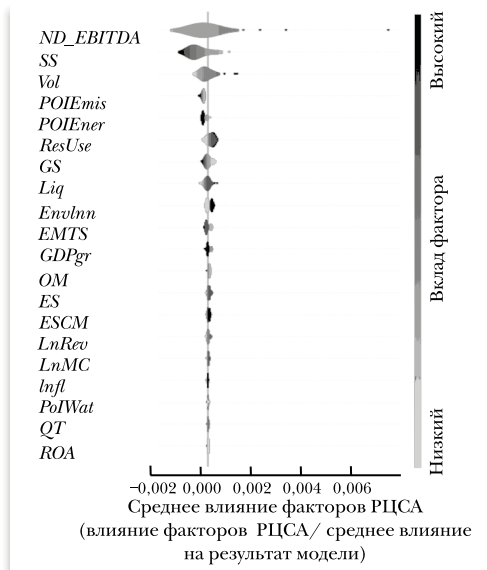


Рис. 6.

Направление влияния факторов на РСЦА во время кризиса, вызванного пандемией

6.1. Проверка гипотезы 1 о влиянии показателей экологической ответственности на РСЦА

Наши результаты частично подтверждают гипотезу 1 о том, что повышение экологической ответственности снижает РСЦА на российском рынке для обоих рассматриваемых периодов.

Рейтинг детерминант РСЦА до кризиса, вызванного пандемией COVID-19. До кризиса соблюдение компанией принципов ESG было важным фактором, влияющим на РСЦА на российском рынке (см. рис. 3). Экологическая ответственность (ES) и интегральный показатель ESG (ESG) были вторым и третьим по силе воздействия (важности) среди всех рассматриваемых факторов. Приверженность устойчивой политике относительно выбросов (PolEmis), внедрение экологических инноваций (EnvInn), обязательства компании по сокращению выбросов в своих производственных и операционных процессах (Emis) также были среди 10 наиболее влиятельных факторов. Наши выводы соответствуют результатам (Zhang N., Zhang Y., Zong, 2023; He et al., 2023; Cardillo, Bendinelli, Torlucchio, 2022). Возможные механизмы влияния ESG на РСЦА заключаются в том, что экологическая ответственность влияет на стоимость капитала (Baldi, 2022) и финансовые показатели (Xie, Huo, Zou, 2022), которые, в свою очередь, влияют на предпочтения инвесторов и РСЦА.

Направление влияния детерминант РСЦА до кризиса. Объяснимый ИИ позволяет нам исследовать направление влияния факторов на РСЦА (см. рис. 4). До кризиса, если компания российского рынка заявляла о приверженности сокра-

щать выбросы в своих производственных и операционных процессах и внедряла политику устойчивости в отношении выбросов (*PolEmis* и *Emis*), то РСЦА уменьшался. Этот вывод идет в русле работ (Fujii, Iwata, Kaneko, 2013) для японского рынка, (Zhang N., Zhang Y., Zong, 2023) – для китайского рынка. Полученный результат мы объясняем тем, что приверженность ESG-повестке в части сокращения выбросов снижает вероятность событий, связанных с загрязнением окружающей среды, и тем самым способствует улучшению репутации компании в глазах инвесторов и лояльности стейкхолдеров, что, в свою очередь, ведет к повышению конкурентоспособности и снижению РСЦА. Таким образом, для российского рынка эмпирически подтверждается теория легитимности.

Напротив, для периода до кризиса мы получили противоположные выводы относительно направления влияния ряда экологических факторов и интегрального показателя *ESG*: чем выше интегральный показатель *ESG*, компонент экологической ответственности (*ES*), склонность компании к экологическим инновациям (*EnvInn*), уровень расходования воды в производственных процессах (*PolWat*), эффективность экологического менеджмента компании (*EMTS*) и способность сокращать использование ресурсов (*ResUse*), тем выше РСЦА на российском рынке. Это противоречит выводам (Cardillo, Bendinelli, Torluccio, 2022) для европейских фирм и (Zhang N., Zhang Y., Zong, 2023) – для китайских. В то же время наши результаты по российскому рынку согласуются с выводами (Aslan, Poppe, Posch, 2021), которые показывают, что на рынке США более высокие экологические показатели могут повышать вероятность дефолта. Мы объясняем это неожиданное направление влияния тем фактом, что меры, связанные с защитой окружающей среды, существенно увеличивают операционные расходы и кредитный риск в краткосрочной перспективе. Наша выборка состоит из 36 нефинансовых компаний, из которых 7 нефтегазовых, 7 металлургических, 7 коммунальных компаний и 3 химических компании. Для рассматриваемых секторов меры защиты окружающей среды являются дорогостоящими, что может приводить к отрицательной реакции инвесторов на российском рынке. В (Chen et al., 2023) также выявили прямое значимое влияние внимания к климату на РСЦА на китайском рынке; этот эффект был сильнее для государственных компаний и компаний с большими объемами выбросов. В работе (Karminsky, Egorova, Chigireva, 2025) на выборке ИТ-компаний показано, что экологические показатели отрицательно влияют на ROA и мультипликатор P/S, что объясняется снижением операционной эффективности и возникающими препятствиями на пути получения доходов.

Таким образом, до кризиса гипотеза 1 не отвергается для показателей сокращения выбросов, но отвергается для большинства других экологических показателей на российском рынке.

Рэнкинг детерминант РСЦА во время кризиса, вызванного пандемией COVID-19. Во время кризиса экологические факторы также важны (см. рис. 5), но их рэнкинг по силе влияния на РСЦА меняется. Три наиболее важных фактора среди всех экологических показателей: устойчивость политики относительно выбросов (*PolEmis*), устойчивость энергетической политики (*PolEner*) и способность сокращать использование ресурсов (*ResUse*). Наши выводы соответствуют выво-

дам (Zhang N., Zhang Y., Zong, 2023; He et al., 2023; Cardillo, Bendinelli, Torluccio, 2022).

Направление влияния детерминант РСЦА во время кризиса. Во время кризиса более высокий экологический рейтинг (*ES*) повышал РСЦА (см. рис. 6). Этот вывод согласуется с выводами (Aslan, Poppe, Posch, 2021; Chen et al., 2023). Такое же направление влияния наблюдается и для склонности компании внедрять экологические инновации (*EnvInn*) и способности сокращать использование ресурсов (*ResUse*). Мы объясняем это тем, что компании в нашей выборке в основном относятся к нефтегазовому и к производственному сектору, и для них внедрение инноваций и модернизация оборудования и бизнес-процессов для сокращения использования ресурсов являются дорогостоящими мероприятиями. Для данных показателей гипотеза 1 в отношении российского рынка отвергается.

Напротив, более высокая устойчивость политики относительно выбросов (*PolEmis*), устойчивость энергетической политики (*PolEner*) и более квалифицированный менеджмент в охране окружающей среды (*EMTS*) уменьшали РСЦА на российском рынке. Мы объясняем это тем, что меры, направленные на разработку устойчивой политики относительно выбросов и энергетической политики, привлечение квалифицированного менеджмента, с одной стороны, формируют положительную репутацию компании в глазах стейкхолдеров (подтверждается теория легитимности), с другой стороны, являются менее дорогостоящими для производственных компаний, чем внедрение экологических инноваций.

6.2. Проверка гипотезы 2 о более сильном влиянии макропоказателей и фундаментальных показателей компании по сравнению с экологическими факторами

Гипотеза 2 не может быть отвергнута для обоих рассматриваемых периодов на российском рынке акций.

Рейтинг детерминант РСЦА до кризиса, вызванного пандемией COVID-19. До кризиса наиболее влиятельным фактором был темп роста ВВП (см. рис. 3). Мы объясняем это тем, что российский рынок характеризовался медленным ростом ВВП с 2012 г. и большими спадами в темпах роста ВВП – во время кризиса 2014–2015 гг. Размер компании, измеряемый выручкой и рыночной капитализацией, на российском рынке также имел значение: оба фактора входят в топ-10 по силе воздействия на РСЦА. Этот вывод идет в русле работ (Chen et al., 2023; Ноернер et al., 2023; He et al., 2023). Долговая нагрузка, измеряемая *ICR*, является одним из пяти наиболее сильно влияющих факторов. (Zhang N., Zhang Y., Zong, 2023) также выявили значительную силу финансового рычага.

Направление влияния детерминант РСЦА до кризиса. Мы приходим к неожиданному выводу, что на российском рынке до кризиса, чем выше рост ВВП и ниже инфляция, тем выше РСЦА (см. рис. 4). Напротив, (Moosavi et al., 2019) показали, что экономический рост и стабильность являются важнейшими компонентами привлечения доверия инвесторов к иранскому рынку. Мы объясняем парадоксальную зависимость для российского рынка чрезмерной уверенностью инвесторов, вызываемой ростом экономики и снижением инфляции. Другое воз-

можное объяснение заключается в том, что в периоды с более высоким темпом роста ВВП и более низким темпом инфляции компании активно инвестируют и внедряют инновации в области охраны окружающей среды, поэтому РСЦА увеличивается.

Для периода до кризиса мы получили парадоксальный результат: более крупные компании (прокси размера – выручка) на российском рынке характеризуются более высоким РСЦА (см. рис. 4), что противоречит выводам (Zhang N., Zhang Y., Zong, 2023) для китайского рынка. Одно из возможных тому объяснений: крупные компании на российском рынке характеризуются более высокой долей участия государства в структуре собственности, что, с одной стороны, повышает финансовую устойчивость и снижает кредитный риск, но, с другой стороны, не всегда обеспечивает принятия наиболее эффективных (с точки зрения получения высокой прибыли) инвестиционных решений. Другое возможное объяснение приводится в работе (He et al., 2023) по рынку Китая: компании с более сильными финансовыми ограничениями (часто – менее крупные компании и компании без государственного участия) вынуждены больше внимания уделять повестке ESG и формировать свой положительный имидж в глазах инвесторов, что приводит к уменьшению информационной асимметрии и снижению РСЦА для таких компаний. Вопрос о причинах прямой взаимосвязи размера компании с РСЦА на российском рынке представляет собой предмет дальнейших исследований.

Чем ниже рост выручки и чем ниже *Q-Tobin*, тем выше РСЦА, что совпадает с выводами (Hoerner et al., 2023). Более низкий ICR (interest coverage ratio, коэффициент покрытия процентов – финансовый показатель, отражающий способность компании обслуживать свои долги) увеличивает РСЦА, что соответствует результатам (Zhang N., Zhang Y., Zong, 2023) для китайского рынка. Более высокая операционная маржа увеличивает РСЦА, что идет в русле выводов (Zhang N., Zhang Y., Zong, 2023) о прямой значимой связи между ROA и РСЦА. Мы объясняем это тем, что более высокий ROA свидетельствует о наличии у компании инвестиционных проектов, характеризующихся более высоким уровнем риска, что может привести к снижению цен акций. Чем ниже ликвидность акций и выше волатильность их доходности, тем выше РСЦА (см. рис. 4), что соответствует результатам (Zhang N., Zhang Y., Zong, 2023) для китайского рынка и нашим ожиданиям.

Рэнкинг детерминант РСЦА во время кризиса, вызванного пандемией COVID-19. Во время кризиса рэнкинг основных факторов РСЦА меняется (см. рис. 5). Долговая нагрузка, измеряемая отношением чистого долга к EBITDA, перемещается на первое место, что соответствует выводам (Zhang N., Zhang Y., Zong, 2023). Волатильность (*Vol*) и ликвидность (*Liq*) акций входят в десятку наиболее сильно влияющих факторов. Во время кризиса эти характеристики акций становятся более важными для инвесторов, чем до него.

Направление влияния детерминант РСЦА во время кризиса. На российском рынке более высокий чистый долг к EBITDA приводит к более высокому РСЦА (см. рис. 6), что согласуется с выводами (Zhang N., Zhang Y., Zong, 2023) для китайского рынка. Чем выше волатильность, тем выше РСЦА.

Во время кризиса более низкий темп роста ВВП и более высокий темп инфляции повышали РСЦА, что соответствует результатам (Zhang N., Zhang Y., Zong, 2023; Fargooq, Ahmed, 2018). Более низкая операционная маржа и более низкая рентабельность активов увеличивают РСЦА. Инвесторы рассматривают ухудшение макроэкономической ситуации и финансовых показателей российских компаний как негативные сигналы.

Чем больше размер компании (прокси – выручка и рыночная капитализация), тем выше РСЦА, как и для периода до кризиса. Ликвидность показывает такое же направление влияния (см. рис. 6). Мы объясняем полученные результаты тем, что акции крупных компаний давали возможности для маржинальной торговли и маржин-коллов⁶, а более высокая ликвидность создавала условия для большего падения цен акций.

6.3. Проверка гипотезы 3 о влиянии социальной ответственности и корпоративного управления на РСЦА во время кризиса, вызванного пандемией COVID-19

Наши результаты не опровергают гипотезы 3 о том, что во время кризиса усилилось воздействие социальной ответственности и корпоративного управления на РСЦА на российском рынке (по сравнению с периодом до кризиса).

Рейтинг детерминант РСЦА. Если до кризиса факторы социальной ответственности (переменная *SS*) и качества корпоративного управления (переменная *GS*) не играли значимой роли в РСЦА, то во время кризиса сила влияния на РСЦА этих факторов увеличивается. Это согласуется с работами (Zhang N., Zhang Y., Zong, 2023; He et al., 2023) для китайского рынка. Мы объясняем это тем, что более высокая социальная ответственность и более высокое качество корпоративного управления уменьшают информационную асимметрию в периоды кризиса и повышают доверие инвесторов, уменьшая РСЦА.

Направление влияния детерминант РСЦА. Во время кризиса, чем ниже социальная ответственность и хуже качество корпоративного управления, тем выше РСЦА (см. рис. 6). Это согласуется с результатами (He et al., 2023; Ali, Liu., Su, 2022) для рынков Китая и Австралии соответственно. Мы объясняем это тем, что инвесторы в кризис при нарастании кредитных рисков больше обращают внимание на репутацию компаний и качество принятия решений менеджментом. Высокое качество корпоративного управления видится инвесторам в виде защиты от неправомерных действий мажоритариев и менеджмента. Наш вывод эмпирически подтверждает теорию атрибуции: более высокая корпоративная социальная ответственность дает инвесторам уверенность в том, что фирма защищена от социальных кризисов, поэтому РСЦА снижается.

6.4. Анализ устойчивости результатов

Проведем анализ устойчивости результатов моделирования к малым изменениям в исходных данных. Как упоминалось в разделе «Методология», выше представлены результаты расчетов по модели «до ковида», тестовая выборка в которой охватывает преимущественно 2017–2018 гг. (третья модель в цепочке расчетов), и по модели «во время ковида», тестовая выборка в которой охватывает половину наблюдений за 2020 г. и весь 2021 г. (это пятая модель

⁶ Margin call – требование брокера внести деньги или закрыть убыточные позиции, если уровень обеспечения по маржинальным сделкам (с кредитным плечом) опускается ниже допустимого минимума.

в цепочке расчетов). Четвертая модель, тестовая выборка которой охватывает «смешанный» период – наблюдения по 2019 г. (до ковида) и половину наблюдений за 2020 г. (во время ковида), используется для иллюстрации проверки устойчивости нашего подхода. Мы трактуем такую «смешанную» выборку как внесение возмущений: около 2/3 выборки охватывают доковидный период и оставшаяся 1/3 часть – период ковида.

Приведем в табл. 3 ранжирование топ-10 факторов по важности (силе влияния) в рамках третьей (2017–2018 гг.), четвертой (весь 2019 г. и половина наблюдений по 2020 г.) и пятой (половина наблюдений по 2020 и весь 2021 г.) моделей.

В табл. 3 выделены те факторы, которые одновременно входили в число топ-12 факторов (согласно модели 3) и топ-10 факторов (согласно модели 4), и при этом в модели 4 место этих факторов по силе влияния изменилось не более чем на три позиции. Например, логарифм выручки был на четвертом месте по силе влияния (согласно модели 3) и стал на втором месте по силе влияния (согласно модели 4). Аналогичная логика действует для модели 5 и для модели 4.

Результаты устойчивы к малым возмущениям в исходных данных, поскольку в модели 4 (со смешанной выборкой) семь из десяти факторов входят в топ-12 по важности и в модели 3, и их положение отличается не более чем на три позиции в ранжировании в модели 4 по сравнению с моделью 3.

Отметим, что для модели 5, тестовая выборка которой охватывает период во время ковида, результаты уже сильно отличаются от модели 4. Только три фактора из модели 4 вошли в топ-10 модели 5 таким образом, чтобы их положение изменилось не более чем на три позиции. Такие сильные изменения мы связываем с влиянием кризиса ковида. При этом мы отмечаем, что изменения при переходе от модели 5 к модели 4 уже нельзя считать малыми возмущениями в исходных данных.

Таблица 3.

Ранжирование топ-10 факторов (переменных) по важности (силе влияния) в различных моделях

Номер фактора (переменной) по важности в ранжировании (1 – наиболее важный)	Факторы (переменные)		
	Модель 3 – 2017–2018 гг., период до ковида	Модель 4 для проверки устойчивости – 2019 г. и первая половина наблюдений за 2020 г.	Модель 5 – вторая половина наблюдений за 2020 г. и 2021 г., период во время ковида
1	<i>GDPgr</i>	<i>ES</i>	<i>ND_EBITDA</i>
2	<i>ES</i>	<i>LnRev</i>	<i>SS</i>
3	<i>ESG</i>	<i>ND_EBITDA</i>	<i>Vol</i>
4	<i>LnRev</i>	<i>Revgr</i>	<i>PolEmis</i>
5	<i>ICR</i>	<i>GS</i>	<i>PolEner</i>
6	<i>PolEmis</i>	<i>QT</i>	<i>ResUse</i>
7	<i>Revgr</i>	<i>EnvInn</i>	<i>GS</i>
8	<i>EnvInn</i>	<i>Emis</i>	<i>Liq</i>
9	<i>Emis</i>	<i>PolEmis</i>	<i>EnvInn</i>
10	<i>LnMC</i>	<i>Infl</i>	<i>EMTS</i>

7. Заключение

Мы вносим вклад в существующую литературу, впервые применяя двухэтапный подход, включающий использование нейронных сетей с плотными слоями и объяснимый ИИ (XAI), для исследовательской задачи анализа детерминант РСЦА на российском рынке. Применяемые методы позволили нам выявить ранжирование и направления влияния факторов. Векторы Шепли используются для интерпретации эмпирических результатов, поскольку нейронные сети сами по себе являются «черными ящиками». Наш вклад заключается и в том, что мы выявляем и ранжируем ключевые факторы, влияющие на РСЦА, фокусируясь на влиянии широкого спектра показателей экологической ответственности. Новизной нашего исследования является сравнительный анализ влияния различных факторов ESG на РСЦА до и во время кризиса, вызванного пандемией COVID-19. Основным выводом нашего исследования – экономическая неопределенность, возникшая из-за кризиса, поменяла акценты, которые инвесторы расставляют в отношении ESG-политики компаний, с точки зрения оценки рисков.

Рост ВВП был наиболее влиятельным фактором в период до кризиса. Экологическая ответственность и интегральный показатель ESG заняли второе и третье места по силе воздействия на РСЦА. Впервые для российского рынка показано, что устойчивость политики относительно выбросов, экологических инноваций и приверженности компаний сокращению выбросов в производственных процессах также вошли в десятку наиболее влияющих факторов.

До кризиса, вызванного пандемией, если компания заявляла о приверженности сокращению выбросов в своих производственных и эксплуатационных процессах и реализовывала устойчивую политику в отношении выбросов, РСЦА уменьшался. Мы получили новые выводы относительно направления воздействия ряда факторов: чем выше интегральный показатель ESG, компонент экологической ответственности, склонность компании внедрять экологические инновации, уровень расходования воды, эффективность экологического менеджмента компании и способность сокращать использование ресурсов, тем выше РСЦА. В нашей выборке высока доля нефтегазовых и производственных компаний. Мы объясняем неожиданное направление влияния тем, что меры, связанные с защитой окружающей среды, существенно увеличивают операционные расходы и кредитный риск в краткосрочной перспективе.

Во время кризиса рейтинг основных факторов РСЦА изменился. Наиболее важными детерминантами РСЦА стали долговая нагрузка, социальная ответственность и волатильность доходности акций. Экологические вопросы также имели значение. Топ-3 наиболее важных факторов среди всех экологических показателей: устойчивость политики в отношении выбросов, устойчивость энергетической политики и способность сокращать использование ресурсов.

Во время кризиса компании, более открытые к внедрению экологических инноваций и склонные сокращать использование ресурсов, характеризовались более высоким РСЦА. Это можно объяснить высокими эксплуатационными расходами на принятие соответствующих мер для защиты окружающей среды. Напротив, более высокая устойчивость политики в отношении выбросов, энергетической политики и более квалифицированная команда менеджеров в сфере ESG уменьшали РСЦА.

Ограничениями нашего исследования являются относительно небольшой размер выборки (только публичные компании, не относящиеся к финансовому сектору) и учет показателей ESG от единственного агентства (Eikon LSEG). Будущие направления исследований могут включать: 1) расширение выборки как за счет включения большего числа компаний среднего уровня капитализации на российском рынке, так и за счет расширения рассматриваемого периода; 2) выявление специфики влияния ESG-показателей на РСЦА во время усиления геополитической напряженности 2022–2024 гг.; 3) анализ и сравнение влияния показателей ESG по данным разных рейтинговых агентств (например, Bloomberg, национального российского агентства RAEX и т.д.); 4) применение более широкого спектра методов ИИ для решения поставленной задачи и сопоставление результатов, полученных различными методами.

ПРИЛОЖЕНИЕ

A1. Сравнение качества различных моделей ИИ

Таблица A1.

Метрика MSE для различных моделей ИИ

Модель*	Случайный лес (Random Forest)	Метод опорных векторов (SVM)	Нейросеть с плотными слоями
Модель, построенная по подвыборке (1)	0,069	0,070	0,059
Модель, построенная по подвыборке (2)	0,115	0,109	0,109
Модель, построенная по подвыборке (3)	0,068	0,084	0,084
Модель, построенная по подвыборке (4)	0,038	0,043	0,044
Модель, построенная по подвыборке (5)	0,050	0,041	0,043
Среднее для 5 моделей	0,068	0,069	0,068

* Подробное описание разбиения выборки на пять подвыборок приведено в разд. 4.

A2. Пример расчета важности факторов согласно методу векторов Шепли

Рассмотрим следующий пример. Пусть в некоторой модели оценивается доходность акций для компании AAA по трем факторам, включая ROA, ESG-рейтинг (по шкале от 0 до 10, 10 – наибольшее значение), и наличие спортзала для сотрудников (0 – нет, 1 – есть). Пусть в случае компании AAA ROA составляет 20%, ESG-рейтинг составляет 3, спортзала нет. Доходность акций за год составила 10%, а средняя по выборке компаний доходность акций 9%. Нужно понять, за счет чего доходность акций компании составила 10% вместо 9% (разность +1%), в предположении, что указанные выше факторы потенциально могут определять инвестиционную привлекательность компании для инвесторов. Исходные данные по выборке компаний, включающей компанию AAA, приведены в табл. A2.

Таблица А2.

Исходные данные по выборке компаний, включающей компанию ААА

ROA, %	ESG-рейтинг	Наличие спортзала	Средняя доходность, %
20	3	0	10
20	3	Случайное	10
20	Случайное	0	11
20	Случайное	Случайное	11
Случайное	3	0	10
Случайное	3	Случайное	10
Случайное	Случайное	0	9
Случайное	Случайное	Случайное	9

В данном случае отсутствие или наличие спортзала на доходность акций не влияет, «ROA, равное 20%» по отдельности приносит +2% доходности, «ESG-рейтинг, равный 3» по отдельности приносит 0% доходности, совокупность двух этих факторов приносит +1% доходности, т.е. синергия их коалиции равна -1% доходности, и, таким образом, вклады факторов:

для «ROA = 20%» это $2\% + (-1\%)/2 = +1,5\%$,

для «ESG = 3» это $0\% + (-1\%)/2 = -0,5\%$,

для «Наличие спортзала» это 0%.

Иными словами, значение доходности акций компании ААА:

$10\% = 9\%$ (средняя доходность) + 1,5% (за счет высокого ROA) – 0,5% (за счет не очень высокого ESG).

После этого можно определить средние абсолютные значения векторов Шепли по всей выборке компаний и они и будут определять важность факторов.

А3. Повышение дисперсии доходности фондового индекса во время пандемии COVID-19

На российском рынке акций в начале 2020 г. фиксировался структурный сдвиг, отражающийся в повышении дисперсии доходности фондового индекса.

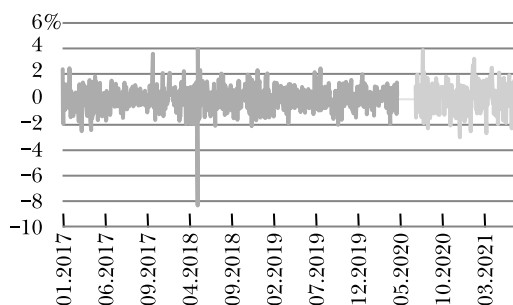


Рис. А3.

Дневные доходности индекса МосБиржи за периоды с 3 января 2017 г. по 20 февраля 2020 г. и с 23 апреля 2020 г. по 31 марта 2021 г.

Рассмотрим временной ряд дневных доходностей индекса МосБиржи с 3 января 2017 г. по 31 марта 2021 г. и определим местоположение точки, соответствующей наиболее значимому изменению дисперсии доходностей на данном интервале. Период с 21 февраля 2020 г. по 22 апреля 2020 г. включительно из анализа исключим, так как он соответствует аномально высокой волатильности доходностей индекса. Подобный шаг необходим для определения, породило ли начало пандемии COVID-19 значимое изменение вола-

тельности доходностей вне острой фазы кризиса, соответствующей данному периоду в 62 дня. Таким образом, итоговая выборка дневных доходностей состоит из двух склеенных периодов с 3 января 2017 г. по 20 февраля 2020 г. и с 23 апреля 2020 г. по 31 марта 2021 г. (рис. А3).

Задача сводится к поиску точки, соответствующей дню τ , при разделении выборки по которой достигается максимум логарифмической функции правдоподобия $LR_t = \left[n \log(\bar{S}_{1/n}) - t \log(\bar{S}_{1/t}) - (n-t) \log(\bar{S}_{(t+1)/n}) \right]$, где n – длина интервала времени в числе дней; $\bar{S}_{x/y}$ – смещенная выборочная дисперсия для подвыборки со дня x по день y ⁷.

Расчеты выполнены в среде RStudio с использованием пакета changepoint и функции `srt.var` со следующими аргументами: `method = BinSeg` и `Q = 1` (максимальное число точек изменений для поиска). Согласно результатам, точка самого значимого изменения дисперсии доходностей на заданном промежутке соответствует 17 февраля 2020 г.: именно при разделении выборки на две подвыборки по данной точке логарифмическая функция правдоподобия достигает максимума. Дополнительный расчет показывает, что на промежутке с 23 апреля 2020 г. по 31 марта 2021 г. выборочная дисперсия была выше по сравнению с аналогичным показателем на промежутке с 3 января 2017 г. по 20 февраля 2020 г.

Для проверки устойчивости результата рассматривались другие промежутки. Изменялся и временной промежуток для всей выборки (например, с ноября 2016 г. по март 2021 г.), но таким образом, чтобы интервал включал период с февраля 2020 г. по апрель 2020 г. (острая фаза пандемии COVID-19), исключал промежутки других значимых кризисов, повлиявших на российский рынок акций, и включал диапазон минимум в 60 месяцев. Также исключались и другие подвыборки из начальной выборки (например, с 20 февраля 2020 г. по 23 апреля 2020 г.). Во всех спецификациях точки, соответствующие максимуму логарифмической точки правдоподобия, соответствовали дням из второй половины февраля 2020 г. или второй половины апреля 2020 г. Таким образом, начало пандемии COVID-19 значительно повысило дисперсию доходностей индекса МосБиржи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Данилов Ю.А.** (2021). Устойчивые финансы: новая теоретическая парадигма // *Мировая экономика и международные отношения*. Т. 65. № 9. С. 5–13. DOI: 10.20542/0131-2227-2021-65-9-5-13 [**Danilov Yu.A.** (2021). Sustainable finance: A new theoretical paradigm. *World Economy and International Relations*, 65 (9), 5–13. DOI: 10.20542/0131-2227-2021-65-9-5-13 (in Russian).]
- Оценка влияния кризиса, связанного с пандемией COVID-19, на отрасли российской экономики и их посткризисное развитие* (2021). Доклад к XXII Апрельской международной научной конференции по проблемам развития экономики и общества, Москва, 13–30 апр. 2021 г. Ю.В. Симачев (рук. авт. кол.). М.: Изд. дом Высшей школы экономики. 45 с. ISBN: 978-5-7598-2503-6. [*Assessment of the impact of the crisis related to the COVID-19 pandemic on the sectors of the Russian economy and their post-crisis development* (2021). Report to the XXII April International Scientific Conference on Problems of Economic and Social Development, Moscow, April 13–30, 2021. Yu.V. Simachev (head of the authors’

⁷ Подробный вывод соотношения представлен, например, по адресу: <https://www.lancaster.ac.uk/~romano/teaching/2425MATH337/MATH337-Changepoint-Detection.pdf>

- team). Moscow: Publishing House of Higher School of Economics. 45 p. ISBN: 978-5-7598-2503-6 (in Russian).]
- Abdi Y., Li X., Càmara-Turull X.** (2020). Impact of sustainability on firm value and financial performance in the air transport industry. *Sustainability*, 12 (23), 9957. DOI: 10.3390/su12239957
- Ali S., Liu B., Su J.J.** (2022). Does corporate governance have a differential effect on downside and upside risk? *Journal of Business Finance and Accounting*, 49, 1642–1695. DOI: 10.1111/jbfa.12606
- Ameer S., Nor S.M., Ali S., Zawawi N.** (2023). The impact of COVID-19 on BRICS and MSCI emerging markets efficiency: Evidence from MF-DFA. *Fractal and Fractional*, 7 (7), 519.
- Ang A., Chen B., Sundaresan S.** (2013). Liability-driven investment with downside risk. *The Journal of Portfolio Management*, 40 (1), 71–87.
- Anita A., Shveta S., Surendra S., Arvind M.** (2023). When do ESG controversies reduce firm value in India? *Global Finance Journal*, 55, 100809. DOI: 10.1016/j.gfj.2023.100809
- Aouadi A., Marsat S.** (2018). Do ESG controversies matter for firm value? Evidence from international data. *Journal of Business Ethics*, 151 (4), 1027–1047. DOI: 10.1007/s10551-016-3213-8
- Ashraf B.N.** (2020). Stock markets' reaction to COVID-19: Cases or fatalities? *Research in International Business and Finance*, 54, 101249.
- Aslan A., Poppe L., Posch P.** (2021). Are sustainable companies more likely to default? Evidence from the dynamics between credit and ESG ratings. *Sustainability*, 13, 8568. DOI: 10.3390/su13158568
- Atz U., Van Holt T., Liu Z.Z., Bruno C.C.** (2023). Does sustainability generate better financial performance? Review, meta-analysis, and propositions. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 13 (1), 802–825. DOI: 10.1080/20430795.2022.21069344
- Baig A.S., Chen M.** (2022). Did the COVID-19 pandemic (really) positively impact the IPO Market? An Analysis of information uncertainty. *Finance Research Letters*, 46 (B), 102372.
- Baklanova V., Kurkin A., Teplova T.** (2024). Investor sentiment and the NFT hype index: To buy or not to buy? *China Finance Review International*, 14 (3), 522–548.
- Baldi F., Pandimiglio A.** (2022). The role of ESG scoring and greenwashing risk in explaining the yields of green bonds: A conceptual framework and an econometric analysis. *Global Finance Journal*, 52 (126), 100711. DOI: 10.1016/j.gfj.2022.100711
- Bawa V.S., Lindenberg E.B.** (1977). Capital market equilibrium in a mean-lower partial moment framework. *Journal of Financial Economics*, 5, 189–200.
- Bax K., Sahin O., Czado C., Paterlini S.** (2023). ESG, risk, and (tail) dependence. *International Review of Financial Analysis*, 87, 102513. DOI: 10.1016/j.irfa.2023.102513
- Bouslah K., Kryzanowski L., M'Zali B.** (2018). Social performance and firm risk: Impact of the financial crisis. *Journal of Business Ethics*, 149, 643–669. DOI: 10.1007/s10551-016-3017-x
- Broadstock D.C., Chan K., Cheng L.T.W., Weng X.** (2021). The role of ESG performance during times of financial crisis: Evidence from COVID-19 in China. *Finance Research Letters*, 38, 101716. DOI: 10.1016/j.frl.2020.101716
- Camilleri S.J., Scicluna N., Bai Y.** (2019). Do stock markets lead or lag macroeconomic variables? Evidence from select European countries. *The North American Journal of Economics and Finance*, 48, 170–186. DOI: 10.1016/j.najef.2019.01.019

- Cardillo G., Bendinelli E., Torluccio G.** (2022). COVID-19, ESG investing, and the resilience of more sustainable stocks: Evidence from European firms. *Business Strategy and the Environment*, 32 (1), 602–623. DOI: 10.1002/bse.3163
- Chen X., Chen X., Xu L., Wen F.** (2023). Attention to climate change and downside risk: Evidence from China. *Risk Analysis*, 43 (5), 1011–1031. DOI: 10.1111/risa.13975
- El Ghouli S., Guedhami O., Kwok C., Mishra D.** (2011). Does corporate social responsibility affect the cost of capital? *Journal of Banking and Finance*, 35, 2388–2406. DOI: 10.1016/j.jbankfin.2011.02.007
- European banking authority (2020). On management and supervision of ESG risks for credit institutions and investment firms. *Discussion paper EBA/DP/2020/03*. Available at: <https://www.eba.europa.eu/publications-and-media/press-releases/eba-launches-consultation-incorporate-esg-risks-governance>
- Farooq O., Ahmed N.** (2018). Does inflation affect sensitivity of investment to stock prices? Evidence from emerging markets. *Finance Research Letters*, 25, 160–164. DOI: 10.1016/j.frl.2017.10.019
- Fujii H., Iwata K., Kaneko S.** (2013). Corporate environmental and economic performance of Japanese manufacturing firms: Empirical study for sustainable development. *Business Strategy and the Environment*, 22 (3), 187–201. DOI: 10.1002/bse.1747
- Harvey C., Siddique A.** (2000). Conditional skewness in asset pricing tests. *Journal of Finance*, 55, 1263–1295. DOI: 10.1111/0022-1082.00247
- He F., Ding C., Yue W., Liu G.** (2023). ESG performance and corporate risk-taking: Evidence from China. *International Review of Financial Analysis*, 87, 102550. DOI: 10.1016/j.irfa.2023.102550
- Hoepner A., Oikonomou I., Sautner Z., Starks L., Zhou X.** (2024). ESG shareholder engagement and downside risk. *Review of Finance*, 28 (2), 483–510.
- Huang Y.** (2024). Do ESG ETFs provide downside risk protection during Covid-19? Evidence from forecast combination models. *International Review of Financial Analysis*, 94, 103320.
- Karminsky A., Egorova A., Chigireva D.** (2025). Ecological, social and governance impact on the company's performance: Information technology sector insight. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 24 (03), 765–795. DOI: 10.1142/S0219622023410043
- Kim J., Li Y., Zhang L.** (2014). Corporate social responsibility and stock price crash risk. *Journal of Banking and Finance*, 43, 1–13. DOI: 10.1016/j.jbankfin.2014.02.013
- Korinth F., Lueg R.** (2023). Corporate sustainability and risk management – The U-shaped relationships of disaggregated ESG rating scores and risk in the German capital market. *Sustainability*, 14, 5735. DOI: 10.3390/su14095735
- Lange D., Washburn N.T.** (2012). Understanding attributions of corporate social irresponsibility. *Academy of Management Review*, 37 (2), 300–326. DOI: 10.5465/amr.2010.0522
- Li X., Wang S.S., Wang X.** (2017). Trust and stock price crash risk: Evidence from China. *Journal of Banking and Finance*, 76, 74–91. DOI: 10.1016/j.jbankfin.2016.12.003
- Liu P.** (2022). ESG performance and stock price collapse risk of listed companies from the perspective of property rights. *Proceedings of the 2022 International Conference on Bigdata Blockchain and Economy Management (ICBBEM 2022)*, 704–711.

- Lööf H., Sahamkhadam M., Stephan A.** (2021). *Is corporate social responsibility investing a free lunch? The relationship between ESG, tail risk, and upside potential of stocks before and during the COVID-19 crisis*. Available at: <http://www.cesis.se>
- Lundberg S.M., Nair B., Vaviala M.S., Horibe M., Eisses M.J.** et al. (2018). Explainable machine-learning predictions for the prevention of hypoxaemia during surgery. *Nature Biomedical Engineering*, 2, 749–760. DOI: 10.1038/s41551-018-0304-0
- Ma Y., Zhang Q., Yin Q.** (2021). Top management team fault lines, green technology innovation and firm financial performance. *Journal of Environmental Management*, 285, 112095. DOI: 10.1016/j.jenvman.2021.112095
- Markowitz H.** (1952). Portfolio selection. *The Journal of Finance*, 7 (1), 77–91. DOI: 10.2307/2975974
- Moosavi S., Sameti M., Ranjbar H., Sharifi-Renani H.** (2019). Analysis of the impact of economic growth and asymmetric information of capital market on investors' confidence. *Journal of Money and Economy*, 14 (1), 41–62. Available at: <https://jme.mbri.ac.ir/article-1-360-en.pdf>
- Muhammad D., Ahmed I., Naveed K., Bendechange M.** (2024). An explainable deep learning approach for stock market trend prediction. *Heliyon*, 10 (21), e40095.
- Naeem M.A., Farid S., Yousaf I., Kang S.H.** (2023). Asymmetric efficiency in petroleum markets before and during COVID-19. *Resources Policy*, 86 (A), 104194.
- Nofsinger J., Varma A.** (2014). Socially responsible funds and market crises. *Journal of Banking and Finance*, 48, 180–193. DOI: 10.1016/j.jbankfin.2013.12.016
- Pástor L., Stambaugh R., Taylor L.** (2021). Sustainable investing in equilibrium. *Journal of Financial Economics*, 142 (2), 550–571. DOI: 10.1016/j.jfineco.2020.12.011
- Qing B., Yuan R., Li X.** (2024). A study of the impact of ESG performance on the international competitiveness of Chinese manufacturing firms. *Operations Research and Fuzziology*, 14 (2), 29–40. DOI: 10.12677/orf.2024.142109
- Qiu Y., Shaukat A., Tharyan R.** (2016). Environmental and social disclosures: Link with corporate financial performance. *The British Accounting Review*, 48, 102–116. DOI: 10.1016/j.bar.2014.10.007
- Reber B., Gold A., Gold S.** (2022). ESG disclosure and idiosyncratic risk in Initial Public Offerings. *Journal of Business Ethics*, 179, 867–886. DOI: 10.1007/s10551-021-04847-8
- Shapley L.S.** (1951). Notes on the N-person game II: The value of an n-person game. *RAND Corporation*, Santa Monica, CA. Available at: <https://policycommons.net/artifacts/4837582/notes-on-the-n-person-game-ii/5674259/>
- Sheldon O.** (1924). *The philosophy of management*. London: Sir I. Pitman & Sons, Ltd. 296 p.
- Sikhwil S.** (2024). Quantifying the spillover effects of U.S. economic policy uncertainty on emerging market economies using GMM-PVAR model. *Russian Journal of Economics*, 10, 229–245.
- Spagnuolo F., Casciello R., Carbone E.** (2025). Does the COVID-19 pandemic reward firms performing better on corporate social matters? In: N. Castellano et al. “*Environmental, social, governance (ESG). Risk, performance, monitoring*”. Chapter 28. Cham (Switzerland): Springer.
- Starks L.T.** (2009). EFA keynote speech: Corporate governance and corporate social responsibility: What do investors care about? What should investors care about? *Financial Review*, 44 (4), 461–468. DOI: 10.1111/j.1540-6288.2009.00225.x

- Teplova T., Sokolova T., Kissa D.** (2023). Revealing stock liquidity determinants by means of explainable AI: The role of ESG before and during the COVID-19 pandemic. *Resources Policy*, 86 (B), 104253.
- Vishwanathan P., Oosterhout H. van, Heugens P.P.M.A.R., Duran P., Essen M. van** (2020). Strategic CSR: A concept building meta-analysis. *Journal of Management Studies*, 57 (2), 314–350. DOI: 10.1111/joms.12514
- Wang L.H., Lin C.H., Fung H.G., Kao T.C.** (2019). Foreign direct investment and downside risk: Evidence from Taiwan. *Pacific-Basin Finance Journal*, 57, 101114. DOI: 10.1016/j.pacfin.2019.01.010
- Wu Q., Guifu C., Jing H., Wu L.** (2022). Does corporate ESG performance improve export intensity? Evidence from Chinese listed firms. *Sustainability*, 14 (20), 12981. DOI: 10.3390/su142012981
- Xie X., Hoang T.T., Zhu Q.** (2022). Green process innovation and financial performance: The role of green social capital and customers' tacit green needs. *Journal of Innovation & Knowledge*, 7 (1), 100165. DOI: 10.1016/j.jik.2022.100165
- Xie X., Huo J., Zou H.** (2019). Green process innovation, green product innovation, and corporate financial performance: A content analysis method. *Journal of Business Research*, 101, 697–706. DOI: 10.1016/j.jbusres.2019.01.010
- Zhang N., Zhang Y., Zong Z.** (2023). Fund ESG performance and downside risk: Evidence from China. *International Review of Financial Analysis*, 86, 102526. DOI: 10.1016/j.irfa.2023.102526
- Zhang X., Zhao X., Qu L.** (2021). Do green policies catalyze green investment? Evidence from ESG investing developments in China. *Economics Letters*, 207, 110028. DOI: 10.1016/j.econlet.2021.110028
- Zhu H., Rahman M.J.** (2025). Ex-ante expected changes in ESG and future stock returns based on machine learning. *The British Accounting Review*, 57, 101563.

Поступила в редакцию 26.09.2024

Received 26.09.2024

T.V. Teplova

Centre for Financial Research & Data Analytics, National Research University “Higher School of Economics” (HSE University), Moscow, Russia

T.V. Sokolova

Centre for Financial Research & Data Analytics, National Research University “Higher School of Economics” (HSE University), Moscow, Russia

D.S. Kissa

Centre for Financial Research & Data Analytics, National Research University “Higher School of Economics” (HSE University), Moscow, Russia

S.V. Gurov

Centre for Financial Research & Data Analytics, National Research University “Higher School of Economics” (HSE University), Moscow, Russia

ESG indicators as determinants of the risk of a decline in Russian stock prices in different periods: A view of Explainable AI¹

Abstract. This study is the first attempt to apply Explainable Artificial Intelligence (XAI) to reveal the relationship of different Environmental, Social and Governance (ESG) metrics of stock issuers on downside risk in the Russian market. The methodology is based on the two-stage approach, i.e., neural networks with dense layers and the Shapley values from the game theory to interpret empirical results. This methodological approach has not been applied to the analysis of determinants of downside risk before. The specific of our study is the focus on the impact of a wide range of ecological factors with control of financial indicators of companies and macroeconomic indicators. We reveal the change in the ranking of factors during the COVID-19 crisis. We obtained a number of novel results. Before the crisis, the most significant factor was the GDP growth. Environmental responsibility and the integral ESG score occupied the second and the third place, respectively, by strength of impact. However, adherence to some environment-related ESG practices increased downside risk. During the crisis, the ranking of the key drivers of downside risk by their impact power changed, and the debt burden moved to the first place. The role of social responsibility and corporate governance in downside risk grew.

Keywords: *ESG; downside risk; Explainable Artificial Intelligence (XAI); Shapley values; neural network; COVID-19 crisis.*

JEL Classification: Q01, G17, G32, C45.

For reference: **Teplova T.V., Sokolova T.V., Kissa D.S., Gurov S.V.** (2026). ESG indicators as determinants of the risk of a decline in Russian stock prices in different periods: A view of Explainable AI. *Journal of the New Economic Association*, 1 (70), 157–190 (in Russian).

DOI: 10.31737/22212264_2026_1_157-190

EDN: XECCOR

¹ The article was prepared within the framework of the Basic Research program at HSE University.