Моделирование

DOI: 10.35634/UdSU.2026.33.64.010

УДК 338.2

С.В. Чернявский, О.В. Кудрявцева, Л.Т. Альчикова, В.С. Чернявский

ВОПРОСЫ ОЦЕНКИ «УГЛЕРОДНОГО» РИСКА С ПОМОЩЬЮ МНОГОФАКТОРНОЙ МОДЕЛИ ФАМЫ-ФРЕНЧА

Аннотация. Для реализации цели работы были поставлены следующие задачи: рассмотреть «углеродный» риск, как с точки зрения компаний, так и с точки зрения инвесторов, получить общую картину предпринимаемых на данный момент действий с обеих сторон; изучить подходы, которые применяются для рыночной оценки финансовых рисков; оценить чувствительность к «углеродному» риску российского рынка в целом и его секторов, в частности; проверить устойчивость полученных оценок с целью определения возможности проведения анализа связи этих оценок с будущими доходностями; проверить существование премии за «углеродный» риск на российском финансовом рынке на основе будущих доходностей с помощью метода портфельного анализа. Объектом исследования является «углеродный» риск, как основная составляющая климатических рисков, связанных с выбросами углерода. Предметом исследования – влияние «углеродного» риска на российский финансовый рынок.

Ключевые слова: экологические риски, «углеродный» риск, многофакторная модель, выбросы углерода, экологичность компаний, российский рынок.

Для цитирования: Вопросы оценки «углеродного» риска с помощью многофакторной модели Фамы-френча / С.В. Чернявский, О.В. Кудрявцева, Л.Т. Альчикова, В.С. Чернявский // Управление техносферой: электрон. журнал, 2026. Т.9. Вып.2. С. 421–437. DOI: 10.35634/UdSU.2026.33.64.010.

Концепция многофакторной регрессионной модели, предложенная в работах Ю. Фамы и К. Френча [8, 10] в дальнейшем стала основой для исследования новых систематических факторов, а также удобным инструментом для численной оценки составляющих финансового риска.

Ряд работ, посвященных оценке экологических рисков, используют данную модель, добавляя свои факторы оценки уровня экологичности компаний, их подверженности климатическим рискам, а также ответить на вопрос о наличии премии за подобный риск. Существование премии за экологический риск является важным исследовательским вопросом, так как от этого зависит выбор инвестиционных стратегий, а именно решение о целесообразности взятия на себя инвестором рассматриваемого риска. Отсутствие подобных исследований для российского рынка заставляет нас провести собственный анализ, основанный на выборке из российских компаний.

Подход, используемый в нашей работе, опирается на результаты, полученные Görgen M. et al. в рамках проекта CARIMA (2017–2021). Авторами был предложен рыночный фактор риска, основанный на фундаментальных данных о выбросах углерода в атмосферу порядка 1600 компаний со всего мира. Использование данного фактора в многофакторной модели позволяет получить оценки чувствительности доходностей компаний к, так называемому, «углеродному» риску вне зависимости от наличия фундаментальных данных о выбросах у конкретных компаний [11].

На данный момент имеются только зарубежные исследования о влиянии климатических (в том числе и «углеродного») рисков на финансовые рынки. Некоторые работы, такие как Görgen M. et al. [11], Roncalli T. et al. [6], при проведении глобального исследования приводят региональные результаты, но расчеты для российского рынка в них отсутствуют. В работах Sahut J. M., Pasquini-Descomps H. [20], Partapuoli P. J., Breitz C. [18] проводится оценка взаимозависимостей между ESG и финансовыми результатами.

В работе были поставлены следующие **задачи**:

- рассмотреть «углеродный» риск, как с точки зрения компаний, так и с точки зрения инвесторов, получить общую картину предпринимаемых на данный момент действий с обеих сторон;

- изучить подходы, которые применяются для рыночной оценки финансовых рисков;
- оценить чувствительность к «углеродному» риску российского рынка в целом и его секторов, в частности;
- проверить устойчивость полученных оценок с целью определения возможности проведения анализа связи этих оценок с будущими доходностями;
- проверить существование премии за «углеродный» риск на российском финансовом рынке на основе будущих доходностей с помощью метода портфельного анализа.

Объектом исследования является «углеродный» риск, как основная составляющая климатических рисков, связанных с выбросами углерода.

Предметом исследования – воздействие «углеродного» климатического риска на российский финансовый рынок.

Климатические риски

Известно, что сейчас температура поверхности Земли примерно на 0,95 градуса Цельсия выше, чем в среднем в XX веке [12]. За последние сто лет средний уровень Мирового океана вырос примерно на 8-9 см., происходит таяние арктических льдов, по прогнозам, Арктика может быть свободной ото льда в летний период уже в 2025-2030 годах, так же наблюдается растущее число природных катаклизмов, в том числе штормы, наводнения и засухи [12].

На первый взгляд, эти изменения могут показаться незначительными, но потепление климата может вынудить различные живые существа покинуть свои привычные места обитания, а также сделать жизнь на островах и побережье невозможной. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), последствия изменения климата для человека в большинстве случаев негативны [1]. Это может быть связано с изменением качества воздуха, повышением уровня

аэроаллергенов, усугублением сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний и т. д.

Известны 3 причины, определяющие потепление климата: астрономический, природный и антропогенный. Существуют различные работы, посвященные исследованию связи между орбитой и наклоном Земли с циклами изменения климата. Одним из самых известных результатов являются циклы Миланковича. Тем не менее, период данных циклов исчисляется от десятков до сотен тысяч лет, тогда как быстрые темпы потепления наблюдаются всего лишь с начала XX века. Более того, согласно данным NASA, за последние 150 лет циклы Миланковича практически не повлияли на уровень поглощаемой Землей солнечной энергии (за последние 40 лет, наоборот, наблюдалось ее снижение). В этой связи ученые сходятся на том, что современное потепление является результатом антропогенного воздействия [15].

На Земле основными парниковыми газами являются водяной пар (его вклад в парниковый эффект составляет 66,5–83,0% вместе с облаками), углекислый газ (его вклад составляет 11,5–25,2%), метан (4–9%) и озон (3–7%) [3]. Таким образом парниковый эффект обусловлен не только антропогенным фактором, но и природным. По большей части человек не может напрямую контролировать количество водяного пара в атмосфере, поэтому, чтобы ограничить количество парниковых газов, мы должны следить за теми выбросами, в отношении которых мы можем что-либо предпринять, то есть за объемом углекислого газа и других долгоживущих парниковых газов. Более того, внешнее антропогенное воздействие может вызывать природные реакции (обратные петли в системе), которые могут ускорить изменение климата. Так, из-за повышения температуры может произойти таяние вечной мерзлоты, что приведет к еще большим выбросам углекислого газа и метана в атмосферу. По некоторым оценкам, с учетом реакций экосистем, несмотря на неопределенность при их оценке (существуют и смягчающие климат реакции), человечеству

необходимо не только снизить до нуля производимые ими парниковые газы, но и частично компенсировать ранее выброшенные [12].

Понимая важность и актуальность проблемы изменения климата, люди начали задумываться о возможных способах снижения антропогенного воздействия на окружающую среду. В 1972 году в Стокгольме состоялась конференция ООН по проблемам окружающей среды, где впервые обсуждалась концепция устойчивого развития. В рамках конференции была создана Стокгольмская декларация, которая устанавливала 26 принципов сохранения окружающей среды. Конференция ООН в Стокгольме впервые привлекла значительное внимание людей к проблеме охраны природы – в течение нескольких лет после нее принимались законы и создавались министерства, направленные на регулирование отношений в области охраны природной среды.

В СССР и в странах СЭВ также уделялось серьезное внимание проблемам экологически устойчивого развития на основе внедрения инновационных технологий, в том числе, с целью снижения антропогенного воздействия на окружающую среду. Так, в 1985 г. была подготовлена и опубликована «Методика экономической оценки важнейших видов природных ресурсов в странах-членах СЭВ» [4]. Указанная методика разрабатывалась для «…создания единых методологических принципов» «…в рамках исследования по Проблеме 1. «Социально-экономические, организационно-правовые и педагогические аспекты охраны окружающей среды»» [4].

Принятие в 2015 году Парижского соглашения стало закономерным этапом дальнейшего международного климатического развития. На тот момент, обязательства по сокращению выбросов распространялись преимущественно на развитые страны, тогда как развивающиеся экономики, включая Индию и Китай, фактически не принимали на себя никаких обязательств. В 1990-е годы, на этапе формирования условий протокола, подобный подход был в значительной степени оправдан, так как эти страны являлись основными источниками

глобальных выбросов. Но в XXI веке, когда крупнейшие развивающиеся государства, прежде всего Китай и Индия, вышли на лидирующие позиции по объемам эмиссий, такой принцип ответственности утратил свою достаточность в качестве единственного инструмента регулирования [1].

Низкоуглеродное развитие

Парижское соглашение предусматривало, что сокращение выбросов парниковых газов признается задачей государств и компаний, а на международном уровне происходит в основном организационная деятельность. В научной литературе такой режим назван полицентрическим, так как доминирующая роль переходит к более мелким игрокам: государствам, регионам, компаниям. Эффективность полицентрического режима достаточно хорошо обоснована теоретически, но что касается практики, его действенность еще предстоит оценить.

В свою очередь, система торговли выбросами была построена следующим образом (в соответствии с Киотским Протоколом): на основании результатов вычислений определяется общий объем выбросов парниковых газов в атмосферу. Далее, для каждого государства-участника Протокола выделяется его размер квоты. Компании, осуществляющие эмиссию углерода, должны обладать разрешением на выбросы каждой тонны CO_2, иными словами, одна тонна парниковых газов соответствует одному разрешению. В зависимости от реализации системы правительство может предоставить разрешения компаниям бесплатно (на основе исторического уровня выбросов или бенчмаркинга), либо продать их на аукционе.

Оценка климатических рисков

Основными препятствиями для корректной оценки климатических рисков инвесторами изначально выступали длительный временной горизонт риска из-за медленной в восприятии человека скорости изменения климата и отсутствие необходимых для численной оценки данных. Сегодня все большее число

инвесторов выражают обеспокоенность изменением климата и начинают предпринимать определенные действия, но проблема с наличием данных остается актуальной и на сегодняшний день, при этом публикации нефинансовых отчетностей большей части компаний носят нерегулярный характер [5].

Проблема доступности данных для рынка РФ нередко поднимается среди людей, заинтересованных и работающих в данной сфере. Так, например, некоммерческая организация CFA Institute в одном из своих отчетов в качестве причины сложности получения информации об экологической и социальной ответственности бизнеса указала отсутствие в нашей стране специализированных СМИ, а также проведения профессионального инвестиционного анализа, результаты которого могли бы быть полезны при принятии инвестиционных решений. Еще одна проблема заключается в том, что даже при получении нефинансовой информации, ее качество можно проверить только при непосредственном посещении объектов компании [17].

При этом на данный момент, в публичном доступе находится достаточно малое число экологических и ESG-рейтингов для компаний РФ. Так, например, независимое рейтинговое агентство «RAEX Europe» с 2018 года публикует «ESG Corporate ranking» для российских компаний. В 2018 и 2019 годах в нем числилось всего 30 компаний, но с постепенным ростом признания рейтинга число компаний выросло до 110 к концу 2021 года. «WWF Россия» при поддержке «CREON Group» с 2014 года публикуют «рейтинг открытости в сфере экологической ответственности» для нефтегазового сектора РФ. Данный рейтинг включает 20 компаний нефтегазового сектора. Самая длинная история публикации экологических рейтингов компаний в России принадлежит экологическому рейтинговому агентству «ЭРА», публикующему рейтинги с 2007 года.

Многофакторная модель Фамы-Френча

Проведя ряд эмпирических исследований, Ю. Фама и К. Френч выявили эффект от влияния различных факторов: рыночного риска, размера компании, коэффициента отношения прибыли к цене акций (E/P), левериджа, а также коэффициента отношения балансовой стоимости компании к рыночной (book-to-market equity) – на различие в доходностях акций.

В 1997 году экономист M. Carhart добавил в модель Фамы-Френча, WML - фактор (winners minus losers) [7]. Это было сделано в связи с тем, что трехфакторная модель не могла объяснить так называемый эффект «моментум», который был описан в 1993 году N. Jegadeesh и S. Titman [13], и наличие которого впоследствии было подтверждено различными исследованиями. Эффект «моментум» – это эмпирически выявленный тренд роста в последнее время растущих акций и снижения цен падающих, что, по сути, и описывает фактор WML. Модель, включающая этот фактор, при наличии в данных описываемого эффекта (например, согласно статье Фамы и Френча 2012 года, в Японии данный эффект не так силен [9]), показала лучшие результаты, чем трехфакторная модель, а также позволила снизить погрешность модели: для CAPM она составляет 0,35%, для трехфакторной – 0,31%, для четырехфакторной – 0,14% [7].

На различных развитых и развивающихся рынках было проведено множество тестов многофакторной модели Фамы-Френча, которые подтверждали ее эффективность в объяснении доходностей активов, а также ее превосходство над моделью CAPM. Однако исследований, особенно недавних, посвященных применению многофакторной модели для российского финансового рынка, достаточно немного. Одно из первых – статья С. Озорнова, опубликованная в 2015 году, в которой автор, используя цены 50 наиболее ликвидных российских акций, обращающихся на московской бирже, строит 6 имитирующих портфелей и затем факторы SMB и HML по методологии Фамы-

Френча [16]. Используя регрессионный подход, в качестве зависимой переменной автор берет доходности одного из 6 портфелей, а в качестве объясняющих переменных – рыночную доходность и посчитанные ранее факторы SMB и HML. Автор получил следующие результаты. Во-первых, трехфакторная модель Фамы-Френча лучше объясняет доходности российских акций, чем модель CAPM, и следовательно, применима для российского рынка. Тем не менее, автор также отмечает ряд ограничений, возникающих в работе. Например, некоторые результаты получились спорными в связи с несистематическим поведением факторов на российском финансовом рынке: только 3 портфеля из 6 (S/M, S/H, B/L) имели высокую объясняющую способность. В качестве возможного объяснения автор приводит слабую эффективность российского финансового рынка. Еще одно ограничение связано с выборкой активов, на которых проводилось исследование. Автор использует 50 акций, входящих в индекс РТС, не учитывая другие активы, представленные на российском фондовом рынке, что не позволяет полностью отразить поведение рынка, а также может быть недостаточным для формирования 6 портфелей [16].

Методика формирования BMG-фактора

Для построения BGS-фактора были отобраны десять экологических переменных, обладающих наибольшим влиянием на финансовый рынок. Ограничение факторного набора относительно небольшим числом показателей минимизировало эффект избыточных наблюдений, снизило уровень корреляции между переменными и обеспечило более прозрачную и интерпретируемую методологию оценки рассматриваемого BGS-фактора. Далее, выбранные переменные были агрегированы в три блока, отражающие различные аспекты подверженности компаний «углеродному» риску: «цепочка создания ценности» (value chain), «общественное восприятие экологичности» (public perception) и «адаптационная гибкость производства» (adaptability). Так как указанные группы в неодинаковой степени формируют уровень риск-подверженности компании,

подобное структуририрование при расчете BGS-фактора позволило задать дифференцированные весовые коэффициенты для каждого блока при условии равнозначности входящих в них переменных.

Если текущий уровень выбросов достаточно высок, то компания понесет прямые финансовые потери в виде штрафов, а также будет вынуждена снижать уровень выбросов, что отразится на производстве и логистике и, в конечном счете, стоимости активов самой компании.

«Общественная оценка экологичности» компании включает переменные, отражающие восприятие заинтересованными сторонами (потребителями, инвесторами, поставщиками) объемов выбросов компании, а также ее «углеродной» политики, выраженных при помощи рейтингов. Компании с низким социальным капиталом или отсутствием климатической политики могут пострадать сильнее во время кризисов или любых других неблагоприятных событий, в то время как те компании, которые демонстрируют ответственное поведение, к примеру, в области управления или экологии, могут быть оценены выше. Рейтинги находятся в центре внимания среди заинтересованных сторон и играют важную роль при принятии решений, так как они отражают, насколько деятельность компании соответствует экологическим стандартам и в целом принципам устойчивого развития. При этом, наличие у компании реализуемых планов по низкоуглеродному развитию, соответствующих технологий, а также общей «адаптационной гибкости производства» (в том числе зависящей от сектора деятельности компании) уменьшает издержки перехода на сниженный уровень выбросов, что позволяет компании в большей мере сохранить свои финансовые показатели в новых условиях, что в свою очередь делает ее менее подверженной «углеродному» риску.

Классификация компаний по секторам в данной работе соответствует классификации Morning Star, состоящей из 11 секторов: Basic Materials, Communication Services, Consumer Cyclical, Consumer Defensive, Energy, Financial

Services, Healthcare, Industrials, Real Estate, Technology, Utilities [14]. Следуя подходу, описанному в цитируемой выше работе Görgen M. et al. (2020), мы исключаем из рассмотрения сектор Financial Services, так как компании из этого сектора напрямую не связаны с выбросами углерода [11].

В данной работе будет использоваться модель и методика, представленная в работах Фамы-Френча [9], включая учет влияния BMG-фактора:

$$Ri(t) = \alpha i + \beta mkt,i * MKT(t) + \beta smb,i * SMB(t) + \beta hml,i * HML(t) + \beta bmg,i * BMG(t) + \varepsilon i$$

Выводы и рекомендации

Проведённые по данной формуле расчеты указывают на отсутствие премии за «углеродный» риск на финансовом рынке Российской Федерации, что согласуется с выводами, представленными в работе Görgen M. et al. (2020) [11]. При этом результаты оценки чувствительности отраслей российской экономики к «углеродному» риску показывают, что все анализируемые сектора в той или иной степени подвержены рискам, связанным с переходом к модели низкоуглеродного развития. Максимальная чувствительность к данному виду риска характерна для нефтегазового и энергетического комплексов, а наименьшие значения чувствительности зафиксированы у компаний и предприятий, функционирующих в сферах производства товаров повседневного спроса, здравоохранения и недвижимости.

Важным условием дальнейшего проведения исследований в данной области является получение детализированной нефинансовой информации об экологических характеристиках отдельных компаний и предприятий. В настоящее время отмечается постоянный рост числа российских организаций, раскрывающих соответствующие сведения в рамках нефинансовой отчетности, а также формирование специализированных экологических рейтингов. Привлечение подобных источников данных в перспективе позволит повысить

качество эмпирических исследований и отказаться от использования компромиссных методологических решений, обусловленных ограниченностью доступной информации для анализа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Fama E. F., French K. R. Common risk factors in the returns on stocks and bonds, Journal of financial economics. 1993. Т. 33. №. 1. С. 3–56 DOI: 10.1016/0304-405X(93)90023-5
2. Fama E.F., French K.R. The cross-section of expected stock returns, The Journal of Finance. 1992, no. 47 (2), pp. 427–465. doi: 10.1111/ j.1540-6261.1992.tb04398.x
3. Görgen, Maximilian and Jacob, Andrea and Nerlinger, Martin and Riordan, Ryan and Rohleder, Martin and Wilkens, Marco, Carbon Risk (August 10, 2020). http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2930897
4. Сафонов Г. В. Перспективы участия России в международной торговле квотами на выбросы в атмосферу "парниковых" газов // Экономический журнал Высшей школы экономики. 2000. Т. 4. № 3. С. 349–368. EDN QCLYXM.
5. Sahut J. M., Pasquini-Descomps H. ESG impact on market performance of firms: International Evidence, Management International/International Management/Gestiòn Internacional. 2015, vol. 19, no. 2, pp. 40–63. DOI:10.7202/1030386ar
6. Partapuoli P. J., Breitz C. How is ESG Affecting Stock Returns? A Portfolio-and Panel Data Analysis of US Firms in the S&P 500. 2020.
7. IPCC Special Report-Climate Change and Land. 2019. URL: https://www.knowledge4policy.ec.europa.eu›publication/ipcc-… (accessed: 14.12.2025).
8. Качалов, Р. М. Анализ углеродных выбросов и сопутствующих им факторов риска в современных экосистемах / Р. М. Качалов, А. И. Ставчиков, Л. Т. Альчикова // Вестник МИРБИС. 2022. № 2(30). С. 87–95. DOI 10.25634/MIRBIS.2022.2.10. EDN OYEAZV.
9. NASA. Why Milankovitch (Orbital) Cycles Can't Explain Earth's Current Warming. URL: https:// science.nasa.gov›science-research/earth-science/… (accessed: 14.12.2025).
10. Малинин В. Н. Влагосодержание атмосферы и парниковый эффект // Общество. Среда. Развитие. 2014. № 3(32). С. 139–145. EDN TIKECV.
11. Методика экономической оценки важнейших видов природных ресурсов в странах-членах СЭВ. М.: Секретариат СЭВ, 1985. 52 с.

12. Российский союз промышленников и предпринимателей (РСПП). URL: https://rspp.ru/tables/non-financial-reports-library/ (дата обращения: 14.12.2025).
13. Orsagh M., Allen J. et al. ESG-интеграция: рынки, методы и данные. CFA Institute, 2019. URL: https://www. esg-library.mgimo.ru›upload/iblock/93a/…/… (дата обращения: 14.12.2025).
14. Carhart M. M. On persistence in mutual fund performance, The Journal of finance. 1997. Т. 52. №. 1. С. 57–82. DOI: 10.1111/j.1540-6261.1997.tb03808.x
15. Fama, E.F. & French, K.R. Size, value, and momentum in international stock returns, Journal of Financial Economics. 2012, 105 (3), pp. 457–472. DOI: 10.1016/j.jfineco.2012.05.011
16. Ozornov S. Validity of Fama and French model on RTS Index, Review of Business and Economics Studies, 2015, no. 4, pp. 22–43. EDN VQFLBZ.
17. Макаров И. А., Степанов И. А. Парижское соглашение по климату: Влияние на мировую энергетику и вызовы для России // Актуальные проблемы Европы. 2018. № 1. С. 77–100. EDN VWOINF.
18. Jegadeesh N., Titman S. Returns to buying winners and selling losers: Implications for stock market efficiency, The Journal of finance. 1993, vol. 48, no. 1, pp. 65–91. DOI: 10.1111/j.1540-6261.1993.tb04702.x
19. Morningstar Global Equity Classification Structure. URL: https://indexes.morningstar.com/resources/PDF/Methodology%20Documents/SectorArticle.pdf (accessed: 20.12.2025).
20. Roncalli, Théo and Le Guenedal, Théo and Lepetit, Frederic and Roncalli, Thierry and Sekine, Takaya, Measuring and Managing Carbon Risk in Investment Portfolios (August 26, 2020). http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3681266

Поступила в редакцию: 23.01.2026

Сведения об авторах

Чернявский Сергей Владимирович
доктор экономических наук, профессор, Центральный экономико-математический институт Российской академии наук (ЦЭМИ РАН), Россия, Москва. B-27802018, SPIN-код: 7019-0434
E-mail: vols85-85@mail.ru

Кудрявцева Ольга Владимировна
доктор экономических наук, профессор, Экономический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия. ORCID 0000-0003-1517-0398,
E-mail: olgakud@mail.ru

Альчикова Лилия Темуровна
Экономический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия.
ORCID: 0000-0002-4582-7891
E-mail: lili2344@mail.ru

Чернявский Владимир Сергеевич
кандидат экономических наук, Институт социально-экономических проблем народонаселения имени Н. М. Римашевской ФНИСЦ РАН, Москва, Россия.
E-mail: vchern2007@bk.ru

S.V. Chernyavsky, O.V. Kudryavtseva, L.T. Alchikova, V.S. Chernyavsky

ISSUES OF ASSESSING «CARBON» RISK USING THE FAMA-FRENCH MULTIFACTOR MODEL

Annotation. To achieve the goal of the work, the following tasks were set: to consider the “carbon” risk, both from the point of view of companies and from the point of view of investors, to obtain an overall picture of the actions currently being taken on both sides; study the approaches that are used for market assessment of financial risks; assess the sensitivity to carbon risk of the Russian market in general and its sectors in particular; check the stability of the obtained estimates in order to determine the possibility of analyzing the relationship of these estimates with future profitability; to check the existence of a premium for “carbon” risk in the Russian financial market based on future returns using the portfolio analysis method. The object of the study is “carbon” risk, as the main component of climate risks associated with carbon emissions. The subject of the study is the impact of “carbon” risk on the Russian financial market.
Keywords: environmental risks, carbon risk, multifactor model, carbon emissions, environmental friendliness of companies, Russian market.

For citation: Chernyavsky S.V., Kudryavtseva O.V., Alchikova L.T., Chernyavsky V.S. [Issues of assessing «Carbon» risk using the Fama-french multifactor model] *Upravlenie tekhnosferoi*, 2026, vol. 9, issue 2, pp. 421–437. DOI: 10.35634/UdSU.2026.33.64.010. (In Russ.).

REFERENCES

1. Fama E. F., French K. R. Common risk factors in the returns on stocks and bonds, Journal of financial economics. 1993, vol. 33, vol. 1, pp. 3–56 DOI: 10.1016/0304-405X(93)90023-5
2. Fama, E.F. & French, K.R. Size, value, and momentum in international stock returns, Journal of Financial Economics. 2012, 105 (3), pp. 457–472. DOI: 10.1016/j.jfineco.2012.05.011
3. Görgen, Maximilian and Jacob, Andrea and Nerlinger, Martin and Riordan, Ryan and Rohleder, Martin and Wilkens, Marco, Carbon Risk (August 10, 2020). http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2930897
4. Safonov G. V. Perspektivy uchastiya Rossii v mezhdunarodnoi torgovle kvotami na vybrosy v atmosferu "parnikovykh" gazov [Prospects of Russia's participation in international trade in quotas for greenhouse gas emissions into the atmosphere]. *Ehkonomicheskii zhurnal Vysshei shkoly ehkonomiki* [*The Economic Journal of the Higher School of Economics*]. 2000, vol. 4, no. 3, pp. 349 – 368. EDN QCLYXM.

5. Sahut J. M., Pasquini-Descomps H. ESG impact on market performance of firms: International Evidence, Management International/International Management/Gestiòn Internacional. 2015, vol. 19, no. 2, pp. 40–63. DOI:10.7202/1030386ar
6. PCC Special Report-Climate Change and Land. 2019. Available at: https://www.knowledge4policy.ec.europa.eu›publication/ipcc-… (accessed: 14.12.2025).
7. Partapuoli P. J., Breitz C. How is ESG Affecting Stock Returns? A Portfolio-and Panel Data Analysis of US Firms in the S&P 500. 2020.
8. Kachalov R. M., Stavchikov A. I., Al'chikova L. T. Analiz uglerodnykh vybrosov i soputstvuyushchikh im faktorov riska v sovremennykh ehkosistemakh [Analysis of carbon emissions and related risk factors in modern ecosystems]. *Vestnik MIRBIS* [*Bulletin of MIRBIS*]. 2022, no. 2(30), pp. 87 – 95. DOI 10.25634/MIRBIS.2022.2.10. EDN OYEAZV
9. NASA. Why Milankovitch (Orbital) Cycles Can't Explain Earth's Current Warming. Available at: https:// science.nasa.gov›science-research/earth-science/… (accessed: 14.12.2025).
10. Malinin V. N. Vlagosoderzhanie atmosfery i parnikovyi ehffekt [Atmospheric moisture content and greenhouse effect]. *Obshchestvo. Sreda. Razvitie* [*Society. Wednesday. Development*]. 2014, no. 3(32), pp.139–145. EDN TIKECV.
11. *Metodika ehkonomicheskoi otsenki vazhneishikh vidov prirodnykh resursov v stranakh-chlenakh SEHV* [Methodology of economic assessment of the most important types of natural resources in the COMECON member countries]. Moscow: Sekretariat SEHV, 1985, 52 p. (In Russ.).
12. *Rossiiskii soyuz promyshlennikov i predprinimatelei (RSPP*). [The Russian Union of Industrialists and Entrepreneurs (RSPP)]. Available at: https://rspp.ru/tables/non-financial-reports-library/ (accessed: 14.12.2025). (In Russ.).
13. Orsagh M., Allen J. et al. ESG-integratsiya: rynki, metody i dannye. CFA Institute, 2019. Available at: https://www. esg-library.mgimo.ru›upload/iblock/93a/…/… (accessed: 14.12.2025).
14. Carhart M. M. On persistence in mutual fund performance, The Journal of finance. 1997, vol. 52, no. 1, pp. 57–82. DOI: 10.1111/j.1540-6261.1997.tb03808.x
15. Jegadeesh N., Titman S. Returns to buying winners and selling losers: Implications for stock market efficiency, The Journal of finance. 1993, vol. 48, no. 1, pp. 65–91. DOI: 10.1111/j.1540-6261.1993.tb04702.x
16. Makarov I. A., Stepanov I. A. Parizhskoe soglashenie po klimatu: Vliyanie na mirovuyu ehnergetiku i vyzovy dlya Rossii [The Paris Climate Agreement: Impact on global energy and

challenges for Russia]. *Aktual'nye problemy Evropy* [*Actual problems of Europe*]. 2018, no. 1, pp. 77–100. EDN VWOINF.

17. Fama E.F., French K.R. The cross-section of expected stock returns, The Journal of Finance. 1992, no. 47 (2), pp. 427–465. doi: 10.1111/ j.1540-6261.1992.tb04398.x
18. Ozornov S. Validity of Fama and French model on RTS Index, Review of Business and Economics Studies, 2015, no. 4, pp. 22–43. EDN VQFLBZ.
19. Morningstar Global Equity Classification Structure. Available at: https://indexes.morningstar.com/resources/PDF/Methodology%20Documents/SectorArticle.pdf (accessed: 20.12.2025).
20. Roncalli, Théo and Le Guenedal, Théo and Lepetit, Frederic and Roncalli, Thierry and Sekine, Takaya, Measuring and Managing Carbon Risk in Investment Portfolios (August 26, 2020). http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3681266

Received: 23.01.2026

About the Authors

Chernyavsky Sergey Vladimirovich
Doctor of Economics, Professor, Central Economic and Mathematical Institute of the Russian Academy of Sciences (CEMI RAS), Moscow, Russia. B-27802018, SPIN code: 7019-0434
E-mail: vols85-85@mail.ru

Kudryavtseva Olga Vladimirovna
Doctor of Economics, Professor, Faculty of Economics, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia. ORCID 0000-0003-1517-0398,
E-mail: olgakud@mail.ru

Alchikova Lilia Temurovna
Faculty of Economics, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia.
ORCID: 0000-0002-4582-7891
E-mail: lili2344@mail.ru

Chernyavsky, Vladimir Sergeevich
Candidate of Economic Sciences, Rimashevskaya Institute of Socio-Economic Problems of Population, FNSC RAS, Moscow, Russia.
E-mail: vchern2007@bk.ru