

# Влияние переходных климатических рисков на экспорт регионов России

Соколова Ю.Д.

**Соколова Юлия Дмитриевна** — инженер-исследователь Лаборатории экономической политики и природных ресурсов, ассистент и аспирант кафедры экономики Института экономики и управления Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (УрФУ).

ORCID: 0000-0002-5991-3061

Scopus Author ID: 58172689100

**Для цитирования:** Соколова Ю.Д. Влияние переходных климатических рисков на экспорт регионов России // Современная мировая экономика. Том 2. 2024. №1(5).

**DOI:** <https://doi.org/10.17323/2949-5776-2024-2-1-45-69>

**Ключевые слова:** экспорт, глобальный энергетический переход, переходные климатические риски, возобновляемая энергетика, регионы России.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Программы развития Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина в соответствии с программой стратегического академического лидерства «Приоритет-2030».*

## **Аннотация**

В условиях исключительного внимания государства к вопросам развития экспорта на первый план выходит изучение детерминант осуществления экспортных операций регионов России. Экспортирующие компании сталкиваются с такими ограничивающими факторами, как технологическая отсталость, несоответствие качества товаров международному спросу, сложность таможенных процедур. В условиях современной климатической повестки выделяется новый тип экономических рисков для экспортеров — переходные климатические риски. Данная группа рисков формируется как результат намерений государств достичь климатических целей, заявленных в рамках Парижского соглашения, и перейти на рельсы низкоуглеродного развития. Переходные риски для экспортеров могут проявляться в виде торговых ограничений, экологических требований к товарам, стремления стран-импортеров заменить более углеродоемкую

экспортируемую продукцию. Оценка развития экспорта российских регионов в условиях переходных климатических рисков — нетривиальная задача. Глобальный энергетический переход может генерировать как риски, так и возможности для экспорта России. Целью данного исследования выступает моделирование влияния переходных климатических рисков на динамику объемов экспорта российских регионов на основе данных за период 2013–2021 гг. с применением расширенной гравитационной модели международной торговли. Исследование имеет две отличительные особенности: проводится комплексный анализ, представляющий три типа переходных климатических рисков: распространение углеродного регулирования, развитие альтернативной энергетики и электрификация транспорта. Выявляются региональные факторы, определяющие знак влияния каждого из них на объемы экспорта. Исследование выявило, что влияние переходных климатических рисков на экспортные показатели российских регионов различно. Во-первых, углеродное регулирование торговых партнеров создает риски для многих регионов России, но способствует увеличению экспорта из регионов с наиболее благоприятными социально-экономическими условиями для инновационной деятельности и активной региональной климатической политикой. Во-вторых, производство альтернативных источников энергии в странах-партнерах снижает зависимость от российского импорта энергоносителей, что ставит под угрозу устойчивость экономик регионов, специализирующихся на добыче традиционных энергоресурсов. При этом регионы России, богатые полезными ископаемыми, вносят существенный вклад в глобальные тенденции энергетического перехода как поставщики критически важных минеральных ресурсов и увеличивают свой экспорт.

## Введение

Развитие экспорта — одна из актуальных задач российской экономики: в 2018 году был объявлен грандиозный проект «Международная кооперация и экспорт», предполагающий существенное увеличение объемов экспорта к 2030 г.<sup>1</sup> Известно, что интенсификация экспортной деятельности страны связана с укреплением позиций экономики на международной арене за счет выстраивания долгосрочных отношений и предоставления уникальной продукции на внешний рынок. Кроме того, экспортная деятельность способствует росту национальной экономики за счет расширения производства, повышения производительности труда, создания новых рабочих мест, а также притока и перераспределения бюджетных средств и иностранной валюты [Kadochnikov and Fedyunina 2013; Islam et al. 2022; Федюнина

<sup>1</sup> Как господдержка помогает экспортерам преодолевать границы и барьеры // <https://www.vedomosti.ru/partner/articles/2023/10/19/1000547-gospodderzhka-pomogaet-eksporteram> (дата обращения: декабрь 2023).

и соавторы 2023]. Таким образом, в контексте продолжающихся кризисных явлений экономики России на первый план выходит изучение возможных факторов, определяющих развитие экспорта в российских регионах.

Российские экспортеры и компании, планирующие выход на международные рынки, сталкиваются с рядом внутренних и внешних ограничивающих факторов. В группу внутренних ограничивающих факторов попадают высокие издержки производства, технологическая отсталость, ограниченный ассортимент, несоответствие качества товаров международному спросу, сложность национальных таможенных процедур, неэффективная национальная торговая политика и неблагоприятная институциональная среда<sup>2</sup>. В свою очередь, список внешних сдерживающих факторов включает в себя требования принимающих рынков, торговые ограничения и геополитические риски [Volchkova 2013; Глазатова и Данильцев 2020]. Вышеперечисленные факторы являются широко изученными в литературе, и стратегии по их преодолению отчасти интегрированы в стратегии развития экспорта.

Глобальная климатическая повестка и процесс энергетического перехода также могут быть отнесены к международным вызовам, с которыми сталкиваются российские компании при осуществлении экспорта. Так, намерения стран достичь целей Парижского соглашения порождают новый вид экономических рисков — *переходные климатические риски*. Основное отличие переходных климатических рисков от физических заключается в том, что финансовые потери компаний возникают не в результате изменения климата, а в результате действий государственного и частного секторов, направленных на сдерживание этих изменений.

Актуальность переходных климатических рисков для экспортеров, особенно тех стран, которые не приспособились к новой низкоуглеродной парадигме, продиктована следующими фактами. Во-первых, экспортные потоки могут стать предметом регулирования в силу особенностей системы учета выбросов парниковых газов, которая не предполагает разграничения ответственности между производителями и потребителями, экспортерами и импортерами — страны предпочитают перекладывать ответственность именно на экспортеров, так как они выступают непосредственными эмитентами парниковых газов [Макаров и Соколова 2014]. Во-вторых, международное сообщество считает, что решение проблемы глобального изменения климата невозможно без вовлечения всех стран мира в климатическую повестку путем всеобъемлющего распространения углеродного регулирования и унификации стандартов. В силу того, что на современном этапе внедрение единого механизма глобального регулирования затруднено, способом активации национальной климатической политики каждой страны выступает использование торговых инструментов углеродного регулирования [Nordhaus 2015]. В-третьих, использование торговых механизмов в целях достижения углеродной нейтральности также оправдывается тем, что отсутствие национального климатического

<sup>2</sup> Что мешает российскому экспорту: результаты опроса предприятий (аналитическая записка) // [https://cbr.ru/StaticHtml/File/120062/analytic\\_note\\_apr21\\_dip.pdf](https://cbr.ru/StaticHtml/File/120062/analytic_note_apr21_dip.pdf) (дата обращения: декабрь 2023); Экспортеры запутались во внутренних проблемах // <https://www.kommersant.ru/doc/4763204> (дата обращения: декабрь 2023).

регулирующего служит способом сохранения конкурентных преимуществ на международном рынке — предполагается, что экспортеры государств со слабым климатическим регулированием не несут дополнительных затрат, связанных с защитой окружающей среды, и способны сохранять цены на низком уровне [Макаров и Шуранова 2023]. Иными словами, получает распространение феномен «экологического протекционизма» или «беневоленного протекционизма» [Кутырев и соавторы 2021; Макаров 2023].

Принимая во внимание структуру экспортных поставок и особенности национального климатического регулирования, для российских экспортеров переходные климатические риски складываются из трех ключевых составляющих: углеродное регулирование, развитие альтернативной энергетики и электрификация транспорта. Так, углеродное регулирование проявляется в виде торговых барьеров, которые частично или полностью ограничивают экспортные потоки, а также требований к российской продукции, что напрямую влияет на способность товаров конкурировать на международных рынках [Широв и Колпаков 2016; Порфирьев и соавторы 2020]. Развитие возобновляемой энергетики и переход на использование электрических автомобилей, в свою очередь, воздействуют на востребованность российской традиционной энергии, которая составляет львиную долю экспорта страны [Саенко и Колпаков 2021; Albert 2021]. С другой стороны, современная литература указывает на тот факт, что глобальный энергетический переход открывает новые возможности для роста экспорта стран, богатых минеральными ресурсами<sup>3</sup>. Известно, что без редкоземельных элементов и цветных металлов невозможно производство мощностей возобновляемой энергетики (например, солнечных батарей или ветрогенераторов) [Elshkaki et al. 2016; Valero et al. 2018; Islam et al. 2022; Islam and Sohag 2023; Andersen et al. 2024; Harpprecht et al. 2024]. Россия приобретает большое значение для глобального энергетического перехода, поскольку является крупнейшим производителем кобальта, никеля, лития, иридия, палладия, платины, цинка, меди и урана. Принимая во внимание ресурсный потенциал России в данном контексте, ряд регионов могут в значительной степени увеличить экспорт [Чупина 2022].

Со времен подписания Парижского соглашения начала проявляться уязвимость российской экономики и экспорта перед глобальным энергетическим переходом, что обусловлено значительной долей топливно-энергетического сектора в ВВП и высоким углеродным следом экспорта [Makarov et al. 2020]. Однако после политических событий февраля 2022 г. наблюдается существенная интенсификация переходных климатических рисков для российской экономики — западные государства в ускоренном режиме реализуют планы по ограничению углеродоемкого экспорта России и снижению зависимости от импорта российских энергоносителей<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> Minerals for Climate Action: the Mineral Intensity of the Clean Energy Transition // <https://elperiodicodelaenergia.com/wp-content/uploads/2020/05/20200510-WORLD-BANK-GROUP-Rprt-MineralsforClimateAction-Transition.pdf> (дата обращения: декабрь 2023).

<sup>4</sup> Евросоюз полностью прекратил закупки российского угля // <https://www.rbc.ru/politics/10/08/2022/62e229b39a794791f3187fe3> (дата обращения: декабрь 2023); Евросоюз одобрил план по сокращению зависимости от российских энергоносителей // <https://www.kommersant.ru/doc/5356577> (дата обращения: декабрь 2023); Углеродный налог и ныне тут // <https://www.kommersant.ru/doc/6097901> (дата обращения: декабрь 2023).

Насущность переходных климатических рисков для российского экспорта также подкрепляется тем фактом, что перенаправление экспортных потоков из недружественных государств в дружественные не позволит полностью минимизировать подобного рода риски. Во-первых, в дружественных государствах наблюдается активация климатической политики и внедрение инструментов углеродного регулирования (яркий пример Китая, Казахстана, Турции)<sup>5</sup> [Макаров и Шуранова 2023]. Во-вторых, заключение экспортных контрактов, например на поставку российской энергии, может быть затруднено из-за отсутствия необходимой инфраструктуры. В-третьих, рынки дружественных государств являются менее емкими и на их платежеспособность может повлиять выдвижение санкций со стороны западных государств. В-четвертых, расчет выбросов вдоль всей цепочки добавленной стоимости заставляет непосредственных покупателей российских товаров предъявлять требования к их углеродному следу, если они собираются выходить на глобальные рынки со своей продукцией.

Таким образом, в современной геополитической обстановке остро встает вопрос эффективного управления экспортной деятельностью российских регионов с учетом переходных климатических рисков. Цель данного исследования состоит в том, чтобы с помощью эконометрического инструментария изучить влияние различных аспектов переходных климатических рисков на объемы экспорта регионов России. Кроме того, работа нацелена на то, чтобы пролить свет на региональные характеристики, определяющие знак влияния глобального энергетического перехода на результативность экспорта.

При решении поставленных задач, во-первых, исследование рассматривает три группы переменных, касающихся глобального энергетического перехода: строгость экологического регулирования (прокси переменная для углеродного регулирования), производство альтернативной энергии и готовность стран к энергопереходу. Во-вторых, поскольку региональные характеристики могут предположительно влиять на последствия глобального энергетического перехода для территорий, мы делим российские регионы на подвыборки в зависимости от обеспеченности полезными ископаемыми, индекса социально-экономических условий инновационной деятельности и индекса открытости региона к «Зеленому курсу».

Насколько известно, комплексная взаимосвязь между глобальным энергетическим переходом и показателями экспорта для российских регионов ранее подробно не рассматривалась. Работа восполняет данный пробел и дополняет существующие работы, исследуя взаимосвязь с помощью гравитационной модели международной торговли и оценивая ее методом FE PPML на основе данных по регионам и странам-партнерам за период 2013–2021 гг. Кроме того, если в предыдущих исследованиях выводы по экспорту российской экономики, как правило, носят обобщенный характер, то данное исследование фокусируется на неоднородности влияния рисков переходного периода на объемы экспорта, разделяя регионы на подвыборки.

<sup>5</sup> Carbon Pricing Dashboard // <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/> (дата обращения: декабрь 2023).

Основная часть данной статьи состоит из четырех разделов: в первом обсуждается понятие переходных климатических рисков; во втором разделе представлен обзор развития экономики и экспорта России в условиях глобального энергетического перехода; в третьем разделе формулируется эмпирическая модель исследования; в четвертом разделе анализируются полученные эмпирические результаты. Далее следует заключение.

## 1. Переходные климатические риски: классификация и влияние на внешнеэкономическую деятельность

Понятие климатических рисков получило распространение на международном уровне в период 2017–2019 гг. благодаря проекту «Task Force on Climate Related Financial Disclosures (TCFD)», инициированному Группой двадцати<sup>6</sup>.

Риски, связанные с окружающей средой, делятся на две группы: экологические и климатические (см. рисунок 1 на с. 50). Экологические риски подразумевают последствия деградации окружающей среды, истощения природных ресурсов, увеличения выбросов загрязняющих веществ, сокращения биоразнообразия, неэффективного обращения с отходами, тогда как климатические риски обозначают убытки от изменения климата и мер государств, направленных на его смягчение.

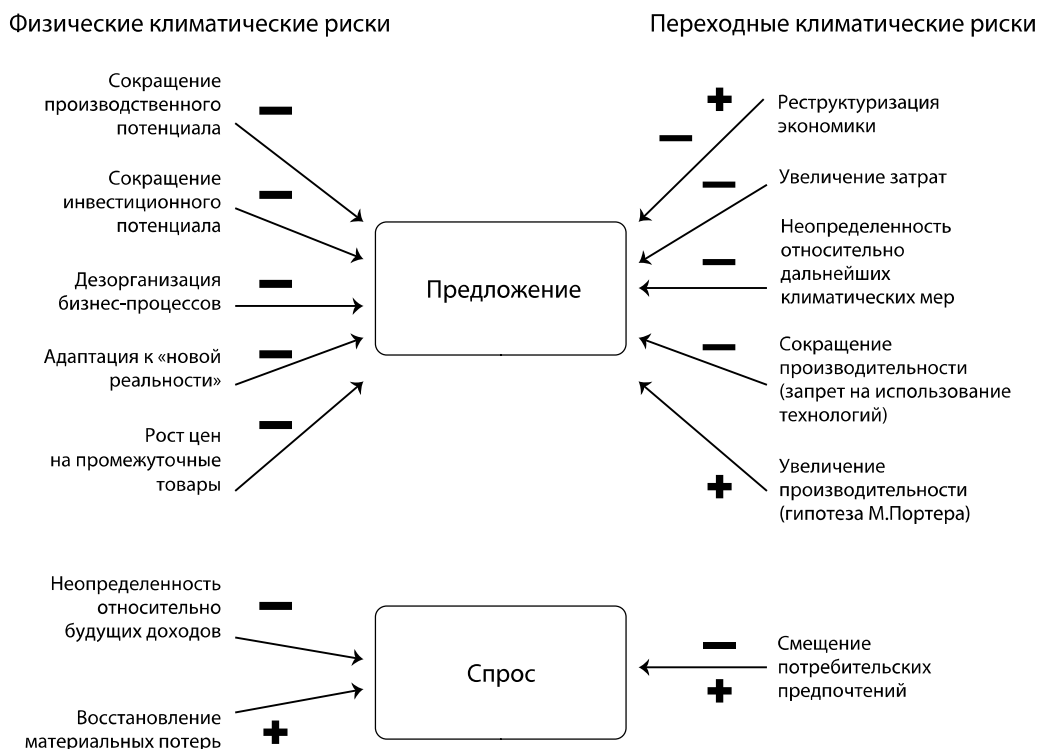
Рисунок 1. Классификация климатических рисков



Источник: составлено автором по Task Force on Climate-related Financial Disclosures (URL:<https://www.fsb-tcf.org/>, дата обращения: декабрь 2023), Банк России (URL: [https://cbr.ru/Content/Document/File/143643/Consultation\\_Paper\\_21122022.pdf](https://cbr.ru/Content/Document/File/143643/Consultation_Paper_21122022.pdf), дата обращения: декабрь 2023).

<sup>6</sup> Task Force on Climate-related Financial Disclosures // <https://www.fsb-tcf.org/> (дата обращения: декабрь 2023).

**Рисунок 2.** Каналы влияния климатических рисков на спрос и предложение



*Источник:* составлено автором по Task Force on Climate-related Financial Disclosures (URL:<https://www.fsb-tcf.org/>, дата обращения: декабрь 2023), Банк России (URL: [https://cbr.ru/Content/Document/File/143643/Consultation\\_Paper\\_21122022.pdf](https://cbr.ru/Content/Document/File/143643/Consultation_Paper_21122022.pdf), дата обращения: декабрь 2023).

Традиционное проявление климатических рисков – это физические климатические риски, которые могут быть результатом внезапных экстремальных климатических условий (экстренные риски) или долгосрочных изменений климатической системы (систематические риски). Отличительная особенность физических климатических рисков – непосредственное влияние на физические активы компаний и государства, а также качество жизни населения [Weezel 2020; Buhaug et al. 2023].

Относительно новой группой климатических рисков выступают финансовые климатические риски, ассоциирующиеся с намерениями общества и властей по смягчению изменения климатической системы Земли. Данные риски могут проявляться, например, в виде выдвижения исков и штрафов в сторону компаний, которые не предпринимают активных мер по достижению углеродной нейтральности (риски климатической ответственности), или «бойкотирования» фирм, которые осуществляют большой объем выбросов парниковых газов, со стороны государства, инвесторов и общественности (репутационные климатические риски), или необходимости нести дополнительные издержки, связанные с ужесточением национального климатического регулирования (регулятивные климатические риски) [Sanderson and Stridsland 2022].

Отдельного внимания заслуживает группа переходных климатических рисков, которая неразрывно связана с планами государств по переходу на рельсы низкоуглеродного развития путем активного производства альтернативных источников энергии и ограничения потребления традиционных энергоресурсов, как в национальном, так и в мировом контексте, интеграции «зеленых» технологий в ежедневную практику предприятий (особенно через механизмы климатического регулирования и государственной поддержки производителей), смещения предпочтений в сторону электрического транспорта [Dunz et al. 2021; Ozturk et al. 2022]. Переходным рискам в наибольшей степени подвержены страны, отрасли и предприятия, чья деятельность связана с ископаемым топливом или «грязным» производством.

Влияние климатических рисков на внешнеэкономическую деятельность эффективно анализировать в разрезе воздействия данных рисков на спрос и предложение (см. рисунок 2 на с. 51). Негативное воздействие на экспорт возможно из-за сокращения экспортного потенциала страны, движимого увеличением затрат, ростом цен на промежуточные товары, дезорганизацией бизнес-процессов и снижения спроса принимающих рынков, логистических проблем и появления торговых барьеров [Sheng et al. 2022; Carattini et al. 2023]. Положительное влияние на экспорт возможно за счет увеличения производительности (гипотеза М. Портера), усиления спроса стран-импортеров, продиктованного восстановлением материальных потерь, диверсификации экспорта [Porter 1995; Gong et al. 2020; Wang et al. 2021; Chen et al. 2022; Hamaguchi 2023; Yu and Zheng 2024].

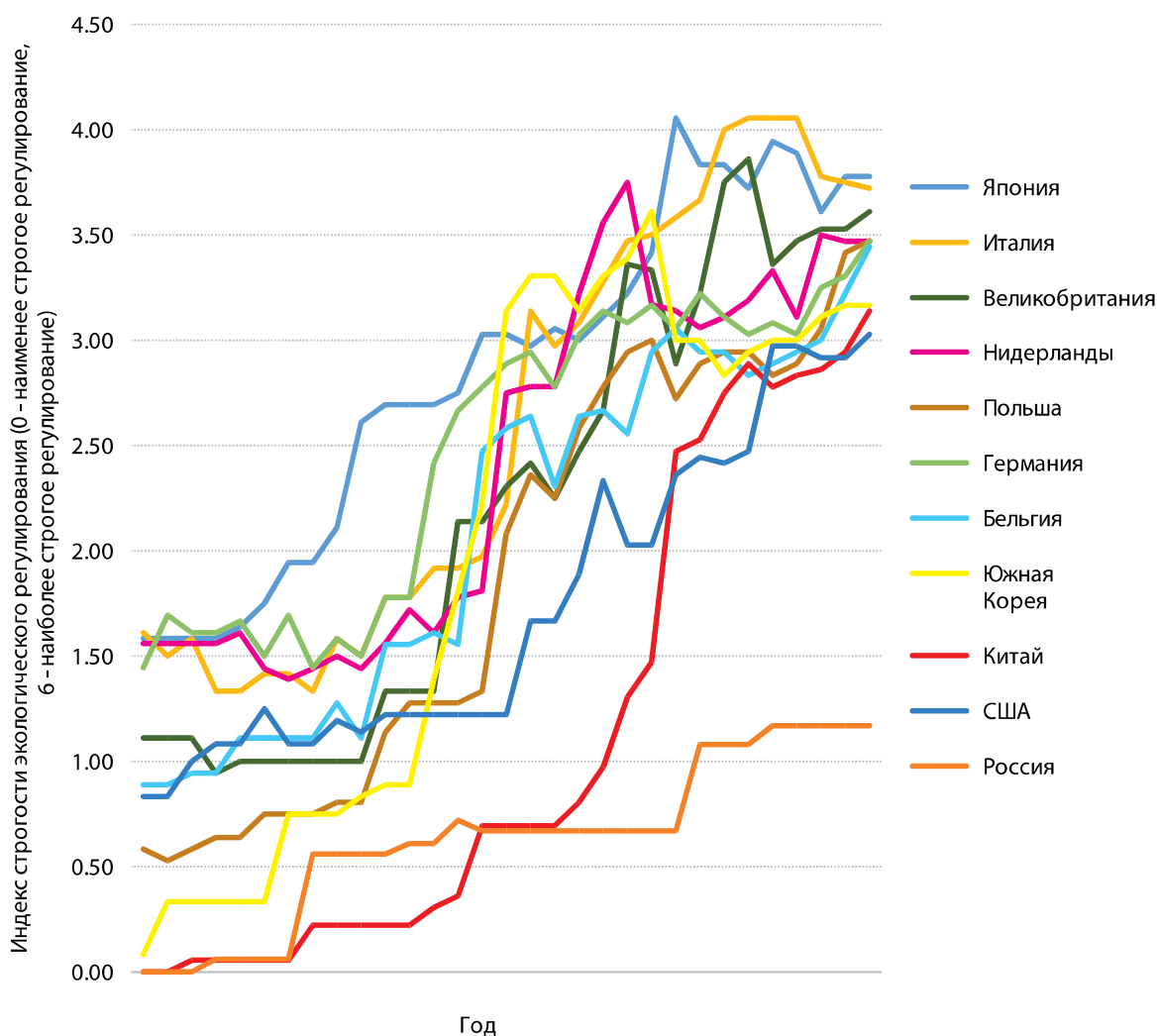
## **2. Экспорт России и регионов в условиях переходных климатических рисков: ограничения и возможности**

Оценка экспортных возможностей российских регионов в условиях переходных климатических рисков — нетривиальная задача. Во-первых, Россия является одним из мировых лидеров по объему ежегодных выбросов CO<sub>2</sub>. До 20% выбросов в стране приходится на производство экспортных товаров. В географической структуре российского экспорта CO<sub>2</sub> преобладают группы стран с активной экологической позицией и климатической политикой: страны Группы двадцати, ОЭСР, Европейского союза (см. рисунок 3 на с. 53). В России же национальная климатическая политика в значительной степени «отстает», поэтому торговые партнеры могут быть нацелены на активизацию усилий России по достижению глобальных климатических целей, в том числе через торговые механизмы углеродного регулирования [Макаров и Степанов 2017].

Принимая во внимание товарную и географическую структуру экспорта, уязвимость экспорта российских регионов перед углеродным регулированием стран — торговых партнеров можно определить следующим образом — рисунок 4 (с. 54). В то же время, согласно гипотезе М. Портера, торговые барьеры и требования могут стать стимулом для развития экспорта регионов России, особенно тех, что специализируются на производстве экологически чувствительной продукции.



**Рисунок 3.** Динамика индекса строгости экологического регулирования стран — торговых партнеров России в 1990–2020 гг.

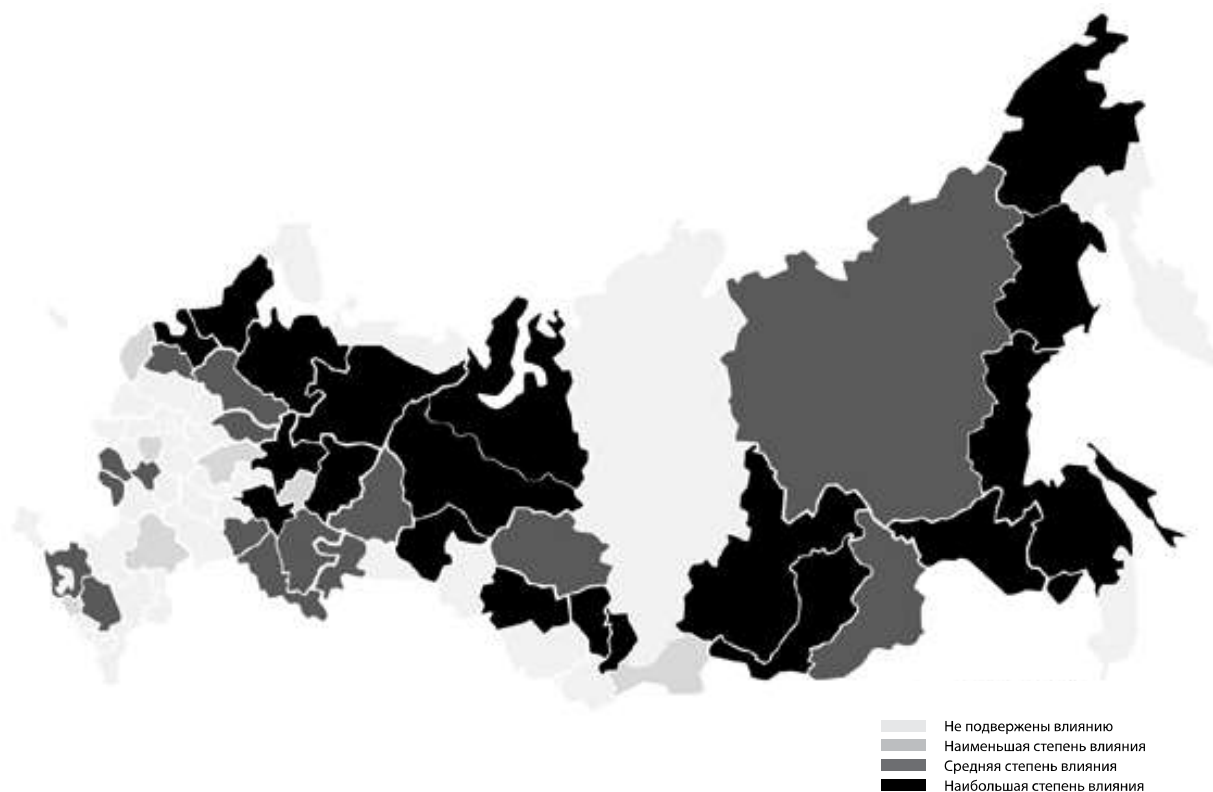


Источник: составлено автором на основе OECDstat (URL: <https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=EPS>, дата обращения: декабрь 2023).

Во-вторых, в 2021 г. Россия была третьим по величине экспортером ископаемого топлива с долей рынка 8,3%. На протяжении последних двух десятилетий наибольшая доля в географической структуре российского энергетического экспорта приходится на развитые страны. Высокая зависимость от российского импорта энергоносителей вызывала обеспокоенность у правительств многих из них (см. рисунок 5 на с. 55). Существующие намерения политиков отказаться от российского импорта обусловлены стремлением к уровню нулевых выбросов, экстремальными экономическими условиями, такими как потрясения на рынках нефти и газа или кризис COVID-19, а также геополитическими причинами, которые вышли на первый план в 2022 г. [Perdana et al. 2022; Arndt 2023; Crowley-Vigneau et al. 2023; Chepeliev et al. 2024; Shang et al. 2024]. Развитие альтернативной энергетики рассматривается как эффективный инструмент снижения зависимости от импорта рос-

сийских энергоносителей. Поэтому глобальный процесс энергетического перехода представляет собой риски для экспорта тех регионов, которые специализируются на производстве ископаемого топлива [Sokhanvar and Sohag 2022].

**Рисунок 4.** Уязвимость регионов России к климатическому регулированию стран — торговых партнеров: статистический анализ товарной и географической структуры экспорта субъектов

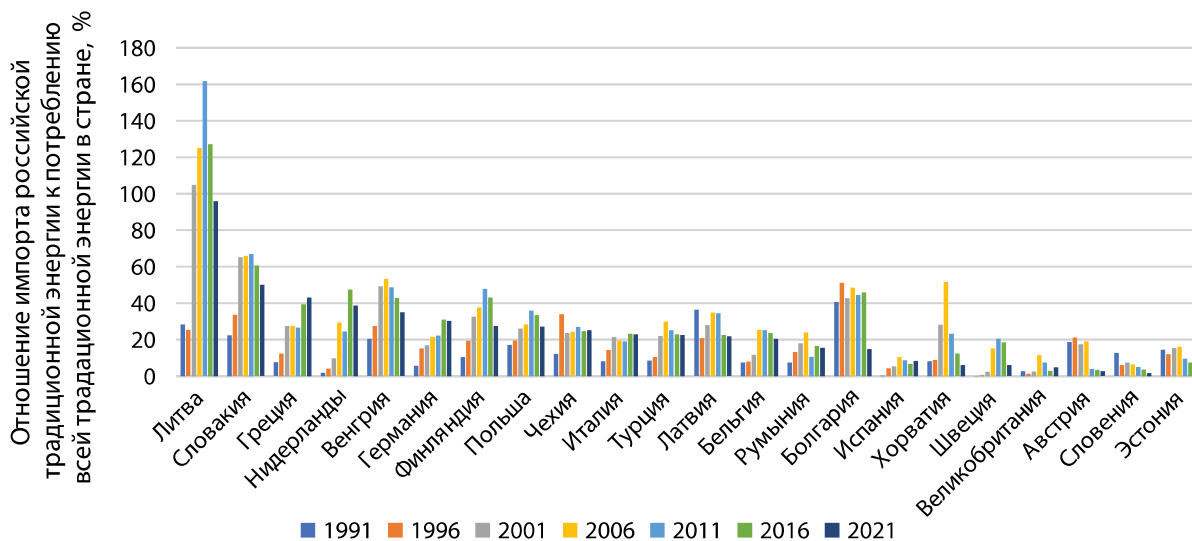


*Примечание:* рисунок был построен следующим образом. Во-первых, определив экологически «чувствительные» экспортные отрасли и проанализировав товарную структуру экспорта регионов России в 2013–2020 гг., были выделены три группы регионов: регионы с абсолютной доминанцией «чувствительных» отраслей, субъекты, где доля находится в среднем диапазоне, и те, где доля минимальна. Оказалось, что по анализу структуры экспорта для 37 регионов экологическая повестка не является вызовом. В оставшиеся группы вошли по 22 региона. В «красной зоне» оказались те регионы, чей экспорт не диверсифицирован и представлен топливом, черными, цветными металлами. Во-вторых, на 44 «чувствительных» региона наложим дополнительный критерий – доля торговых партнеров со «строгой» экологической политикой и получим три группы. Наблюдаем, что в наиболее уязвимом положении оказались 20 регионов России – они поставляют экологически «небезопасную» продукцию в страны, активно внедряющие экологические меры. Отсюда делаем вывод, что для 38 регионов России экологическая повестка может быть вызовом и ограничивающим экспорт фактором.

Карта России показана в границах на сентябрь 2022 г.

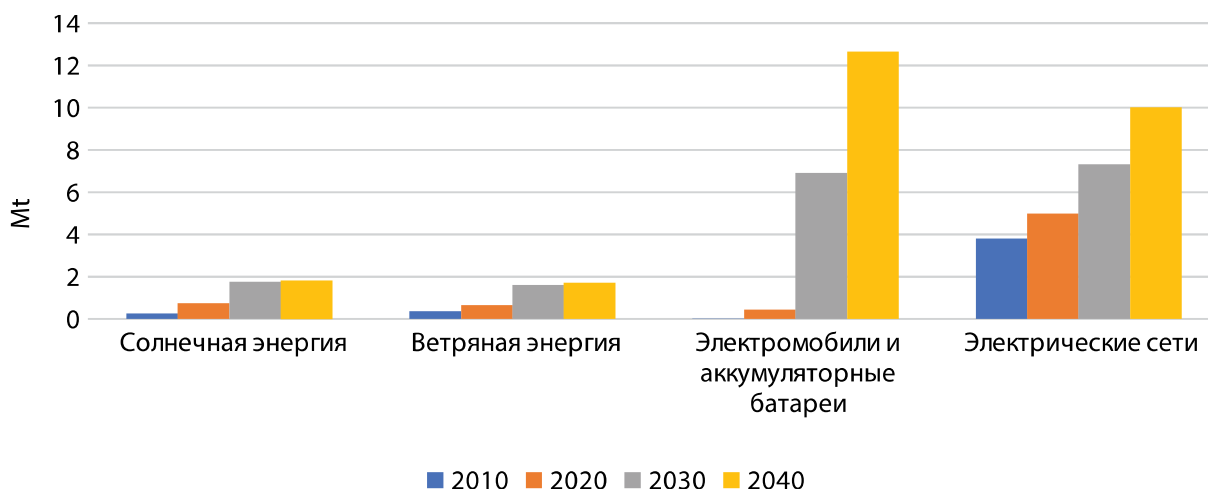
*Источник:* составлено автором на основе Таможенной статистики федеральных округов РФ (URL:<https://customs.gov.ru/structure/regional>, дата обращения: декабрь 2023).

**Рисунок 5.** Зависимость стран — торговых партнеров от импорта российской традиционной энергии в 1991–2021 гг., %



Источник: составлено автором на основе International Energy Agency (IEA) (URL: <https://www.iea.org/reports/national-reliance-on-russian-fossil-fuel-imports/which-countries-are-most-reliant-on-russian-energy>, дата обращения: декабрь 2023).

**Рисунок 6.** Динамика спроса на минеральное сырье для производства технологий чистой энергии в 2010–2040 гг.



Источник: составлено автором по IEA (URL: <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions/mineral-requirements-for-clean-energy-transitions>, дата обращения: декабрь 2023).

В-третьих, в то время как экспортеры энергоресурсов находятся в зоне риска, глобальный энергетический переход открывает новые возможности роста для

производителей минерального сырья в российских регионах. Такие минеральные ресурсы, как кобальт, никель, литий, иридий, палладий, платина, цинк, медь и уран, представленные в российских регионах, являются востребованными в контексте производства мощностей альтернативной энергетики в странах — торговых партнерах (см. рисунок 6 на с. 55). Таким образом, учитывая ресурсный потенциал России, ряд регионов могут внести значительный вклад в глобальные тенденции энергетического перехода и увеличить свой экспорт [Cherepovitsyn and Solovyova 2022; Чупина 2022; Cherepovitsyn et al. 2023].

Суммировать детерминанты переходных климатических рисков для экспорта российских регионов можно следующим образом – рисунок 7 (с. 56).

**Рисунок 7.** Детерминанты переходных климатических рисков для российских экспортеров

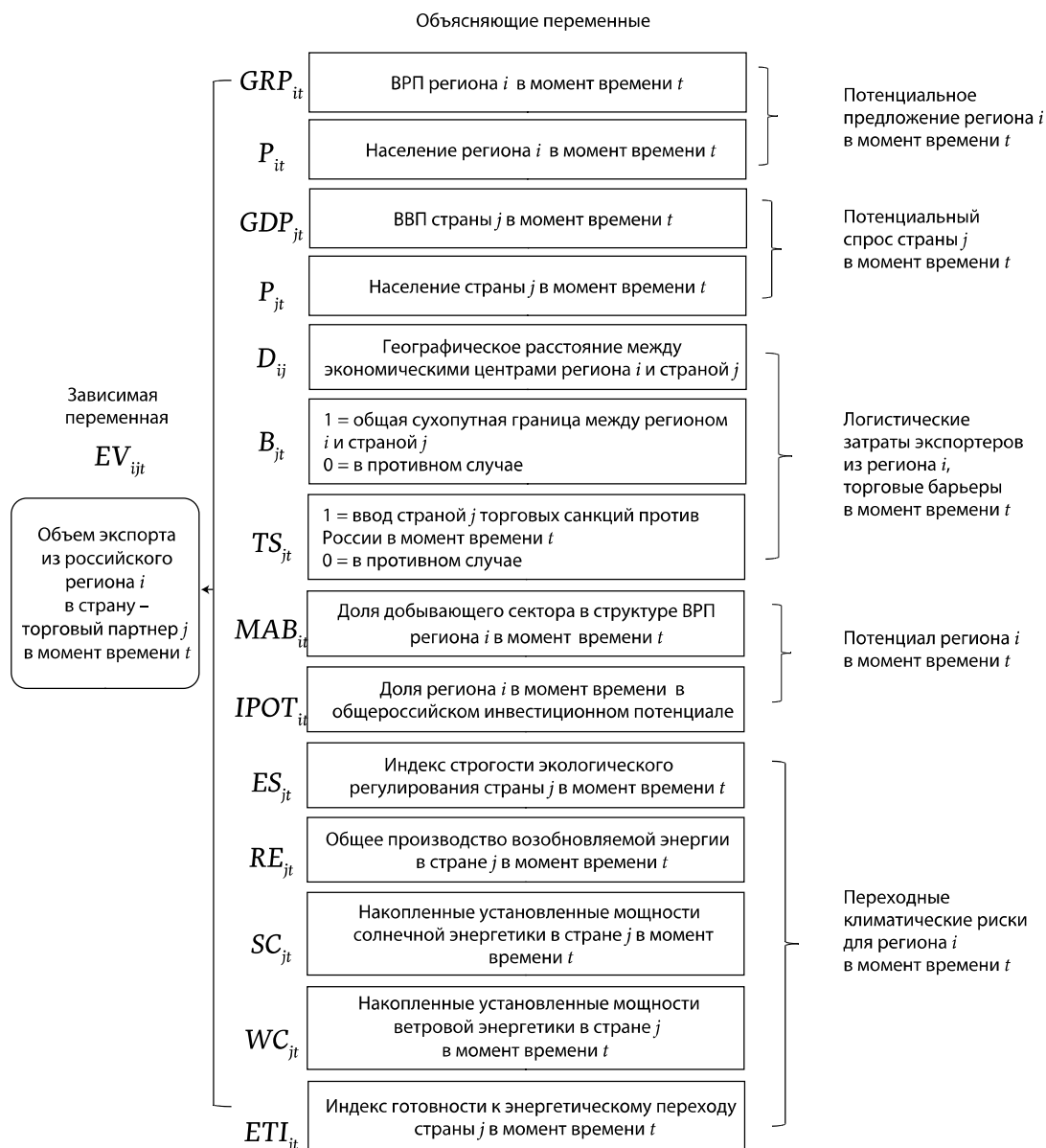


Источник: составлено автором.

### 3. Методология исследования

Работа получает ответ на исследовательский вопрос о влиянии переходных климатических рисков на экспорт российских регионов при помощи инструментов эконометрического моделирования. Теоретической основой исследования выступает гравитационная модель международной торговли. Для целей исследования традиционное гравитационное уравнение модифицируется следующим образом — рисунок 8 (с. 57).

Рисунок 8. Эмпирическая модель



Примечание:  $i = 1, \dots, 84$  (российские регионы-экспортеры),  $j = 1, \dots, 204$  (страны – иностранные торговые партнеры),  $t = 2013, \dots, 2021$  (период анализа). Источники данных для зависимой и объясняющих переменных:  $EV_{ijt}$  (Федеральная таможенная служба: региональные таможенные управления, <https://customs.gov.ru/structure/regional>),  $GRP_{it}$ ,  $P_{it}$ ,  $MAB_{it}$  (Росстат, <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204/>),  $P_{jt}$  (WDI, <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?y>),  $D_{ij}$ ,  $B_{jt}$  (расчеты автора на основе Google Maps),  $TS_{jt}$  (Syropoulos et al. 2023),  $IPOT_{it}$  (RAEX, [https://raex-rr.com/regions/investment\\_appeal/investment\\_potential\\_of\\_regions/2020/](https://raex-rr.com/regions/investment_appeal/investment_potential_of_regions/2020/)),  $ES_{jt}$  (OECDstat, <https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=EPS>),  $RE_{jt}$  (Energy Institute Statistical Review of World Energy, <https://ourworldindata.org/grapher/modern-renewable-prod>),  $SC_{jt}$  (IRENA, <https://ourworldindata.org/grapher/installed-solar-pv-capacity?tab=map>),  $WC_{jt}$  (IRENA, <https://ourworldindata.org/grapher/cumulative-installed-wind-energy-capacity-gigawatts>),  $ETI_{jt}$  (WEF, <https://www.weforum.org/publications/fostering-effective-energy-transition-2023/country-deep-dives-a57a63d0d5/>).

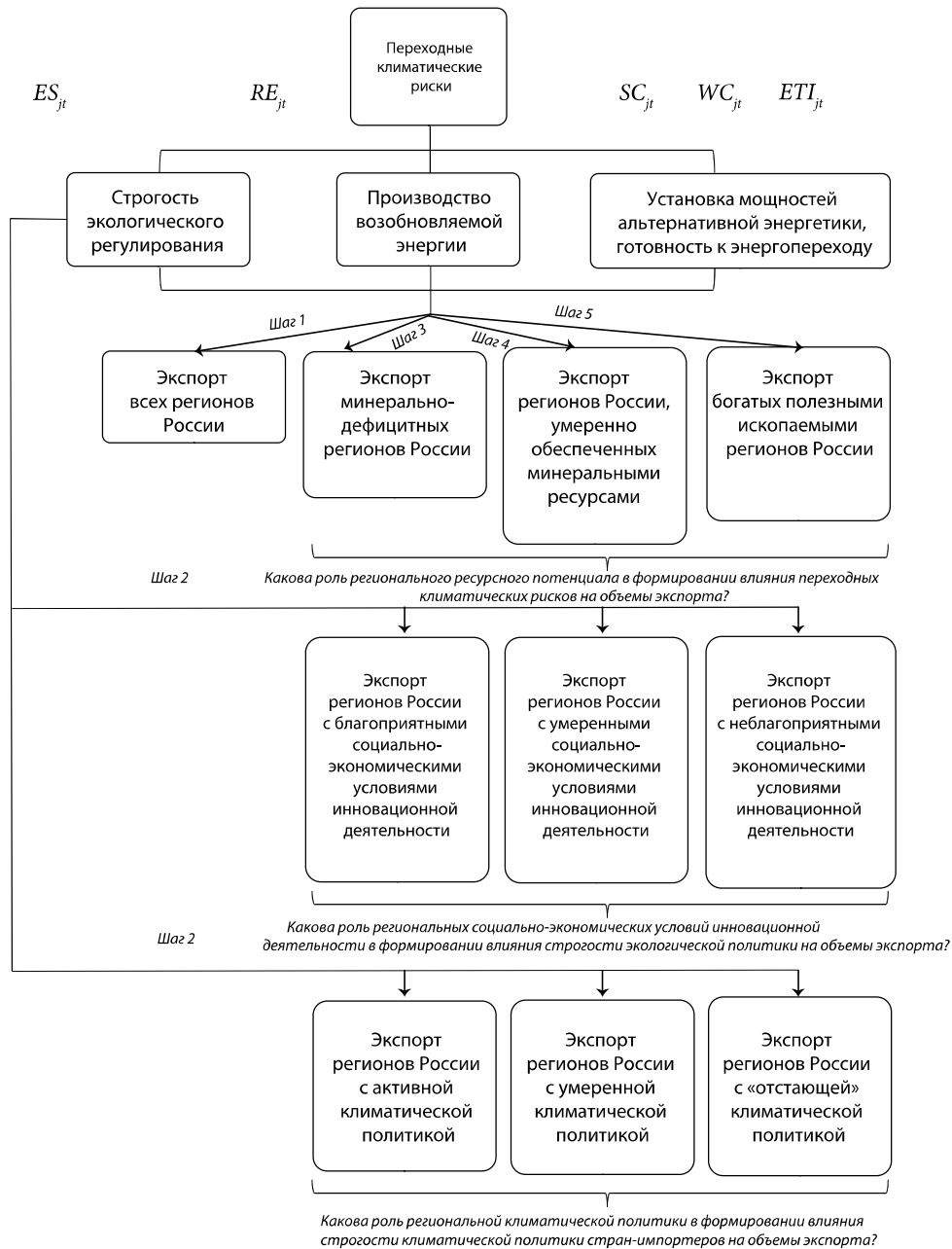
Источник: составлено автором.

В качестве попарной зависимой переменной эмпирической модели рассматриваются экспортные потоки из каждого региона России (84) в каждую страну – торговый партнер (204) за период 2013–2021 гг. Общее количество наблюдений составляет около 155 тыс. Объясняющие переменные представлены пятью блоками, призванными отразить влияние потенциального предложения региона и спроса принимающих рынков, затрат на транспортировку, торговых барьеров и переходных климатических рисков на объемы экспорта. В свою очередь, переходные климатические риски представлены тремя ключевыми составляющими: строгостью экологической политики стран-импортеров ( $ES_{jt}$ ); производством альтернативной энергии в принимающих экономиках; установленными мощностями альтернативной энергетики ( $SC_{jt}$ ,  $WC_{jt}$ ) и индексом готовности к энергетическому переходу ( $ETI_{jt}$ ) в странах – торговых партнерах. Исследование предполагает, что чем выше индекс строгости экологической политики, тем серьезнее намерения государства ограничить конкурентоспособность стран, не проводящих активную климатическую политику, с помощью торговых барьеров. Объемы производства альтернативной энергии в странах-импортерах отражают возможное сокращение спроса на российскую традиционную энергию. Наконец, глобальный процесс энергетического перехода в значительной степени опирается на использование минерального сырья для производства мощностей альтернативной энергетики и электромобилей, поэтому потенциальный спрос стран-импортеров на минеральные продукты российских регионов представлен с помощью накопленных мощностей альтернативной энергетики и индекса готовности к энергетическому переходу.

Исследование выдвигает гипотезу о том, что влияние переходных климатических рисков различно для регионов России и определяется социально-экономическими характеристиками и особенностями климатической политики субъектов. Именно поэтому анализ проводится по двум ключевым направлениям. Первое направление предполагает оценку влияния каждого компонента переходных климатических рисков на экспорт российских регионов, разделенных по степени обеспеченности полезными ископаемыми. Второе направление анализа предполагает оценку влияния строгости экологического регулирования (одного из компонентов глобального энергетического перехода) на экспортные показатели российских регионов. На этом этапе исследуется роль региональных социально-экономических условий инновационной деятельности и климатической политики в формировании влияния климатического регулирования принимающих рынков на экспортные показатели российских регионов (см. рисунок 9 на с. 59).

Оценка гравитационной модели не является простой задачей. Гравитационная модель имеет ряд эконометрических проблем: нулевые торговые потоки, гетероскедастичность, эндогенность, ненаблюдаемые факторы [Yotov et al. 2016]. Метод пуассоновского псевдомаксимального правдоподобия (PPML) позволяет решить большинство из этих проблем. Метод позволяет включить в модель фиксированные эффекты экспортера и импортера, а также парные эффекты, что дает возможность контролировать влияние ненаблюдаемых факторов. Данный подход оценивает гравитационное уравнение непосредственно из его мультипликативной формы с помощью функции максимального правдоподобия Пуассона. Данный подход также учитывает гетероскедастичность данных [Correia et al. 2019].

Рисунок 9. Методология исследования



*Примечание:* деление регионов в зависимости от наделенности минеральными ресурсами производится при помощи кластерного анализа (метод k-means) на основе данных Росстата (<https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204/>) о доле добывающего сектора в структуре ВРП региона; деление регионов в зависимости от социально-экономических условий инновационной деятельности производится при помощи кластерного анализа (метод k-means) на основе данных Высшей школы экономики (<https://www.hse.ru/primarydata/rir>) об индексе социально-экономических условий инновационной деятельности; деление регионов в зависимости от степени развитости климатической политики производится на основе данных об индексе открытости российских регионов к «Зеленому курсу» (<https://esg-library.mgimo.ru/publications/rejting-otkrytosti-regionov-rossii-k-zelenomu-kursu/>).

*Источник:* составлено автором.

#### 4. Результаты эмпирического анализа и обсуждение

Связь между переходными климатическими рисками и стоимостью экспорта российских регионов исследуется с помощью гравитационной модели международной торговли, оцененной методом PPML. Результаты для общей подвыборки российских регионов представлены в таблице 1 (с. 60). Основными драйверами развития экспорта российских регионов являются: ВРП региона, ВВП торгового партнера, наличие общей сухопутной границы между регионами-экспортерами и импортерами, наличие природных ресурсов и инвестиционный потенциал. Транспортные расходы и введение торговых ограничений отрицательно влияют на экспортные показатели российских регионов.

Наблюдается отрицательная взаимосвязь климатического регулирования стран – торговых партнеров с экспортными показателями российских регионов. Данная зависимость может быть продиктована следующими факторами: углеродное регулирование выступает в качестве торгового барьера; требования стран-импортеров увеличивают издержки российских экспортеров, что негативно сказывается на конкурентоспособности; российские компании неэффективно реагируют на эти требования.

Таблица 1 также свидетельствует о том, что влияние производства альтернативной энергии в странах-импортерах на экспорт российских регионов является также отрицательным, что указывает на вытеснение российской энергии альтернативными источниками энергии. К подобным выводам приходит исследование [Sokhanvar and Sohag 2022].

**Таблица 1.** Результаты моделирования влияния переходных климатических рисков на объемы экспорта всех регионов России

Переменные	Модель 1	Модель 2	Модель 3	Модель 4	Модель 5
$\ln GRP_{it}$	0,802*** (0,088)	0,677*** (0,069)	0,672*** (0,069)	0,680*** (0,071)	0,674*** (0,072)
$\ln GDP_{jt}$	0,848*** (0,035)	0,804*** (0,027)	0,758*** (0,020)	0,755*** (0,021)	0,772*** (0,021)
$\ln P_{it}$	0,008 (0,070)	0,069 (0,061)	0,050 (0,062)	0,063 (0,062)	0,049 (0,064)
$\ln P_{jt}$	-0,138* (0,017)	-0,045* (0,014)	-0,066* (0,014)	-0,046* (0,014)	-0,059* (0,013)
$\ln D_{ij}$	-1,536*** (0,074)	-1,583*** (0,042)	-1,559*** (0,041)	-1,555*** (0,046)	-1,509*** (0,046)
$\ln(1 + B_{ij})$	0,862*** (0,221)	0,676*** (0,129)	0,752*** (0,129)	0,661*** (0,132)	0,713*** (0,143)
$\ln MAB_{it}$	0,315*** (0,123)	0,268*** (0,016)	0,263*** (0,016)	0,270*** (0,016)	0,271*** (0,017)
$\ln IPOT_{it}$	0,362** (0,135)	0,491*** (0,094)	0,508*** (0,095)	0,490*** (0,090)	0,505*** (0,099)
$\ln(1 + TS_{jt})$	-0,951*** (0,123)	-0,666*** (0,089)	-0,731*** (0,088)	-0,757*** (0,088)	-0,608*** (0,099)



Переменные	Модель 1	Модель 2	Модель 3	Модель 4	Модель 5
$lES_{jt}$	-0,341** (0,099)				
$lRE_{jt}$		-0,140*** (0,010)			
$lSC_{jt}$			0,030* (0,010)		
$lWC_{jt}$				-0,010* (0,006)	
$lETI_{jt}$					-0,189 (0,164)
$Pseudo R^2$	0,580	0,652	0,673	0,640	0,510

Примечание: \*\*\* – значимость на 1%-м уровне, \*\* – значимость на 5%-м уровне, \* – значимость на 10%-м уровне. С помощью моделей 1–5 отражается влияние переходных климатических рисков на объемы экспорта регионов России. Так как переходные климатические риски рассматриваются в разрезе различных аспектов, было сформулировано 5 различных моделей. Модель 1 служит для отражения влияния строгости экологического регулирования. Модель 2 предназначена для оценки роли производства возобновляемой энергии в странах – торговых партнерах. Модели 3, 4, 5 анализируют, как готовность к процессу энергетического перехода в странах-импортерах сказывается на объемах экспорта.

Источник: рассчитано автором.

Таблица 1 демонстрирует отрицательную зависимость между климатическим регулированием стран – торговых партнеров и экспортной выручкой всех российских регионов. Однако, основываясь на обзоре литературы, исследование выдвигает идею о том, что строгость климатической политики может также способствовать росту экспорта некоторых российских регионов.

Эмпирический анализ позволяет прийти к выводу, что стимулирующий эффект наблюдается в случае регионов с благоприятными условиями инновационной деятельности и активной климатической политикой (см. таблицу 2 на с. 62). При отдельном рассмотрении инновационного потенциала положительный эффект наблюдается для таких регионов, как, например, Республика Татарстан, Москва, Санкт-Петербург, Свердловская область, Томская область. В то же время отрицательный эффект можно идентифицировать для Алтайского края, Брянской области, Забайкальского края, Курганской области и других регионов. Говоря про роль климатической политики, положительный эффект характерен для таких регионов, как Сахалинская область, Свердловская область, Томская область, Ульяновская область, ХМАО, ЯНАО. Отрицательный эффект наблюдается в случае Амурской, Воронежской, Липецкой областей и др. Во-первых, развитая инновационная среда региона позволяет компаниям эффективно реагировать на нормы и требования. Фактически у компаний в таких регионах есть большие возможности для внедрения экологических инноваций, технологий и качественных изменений в продукции. Кроме того, благодаря более высокой производительности труда фирмы могут наиболее эффективно интернализировать экологические издержки. Наши

результаты подтверждают выводы статьи [Costantini and Mazzanti 2012]. Во-вторых, климатическое регулирование в странах-импортерах оказывает минимальное влияние на регионы с собственными экологическими инициативами, поскольку продукция компаний соответствует большинству экологических требований. Кроме того, активная региональная климатическая политика может способствовать диверсификации экспорта и освоению новых рынков. Этот результат подтверждает выводы [Wang et al. 2022].

**Таблица 2.** Результаты моделирования влияния строгости экологического регулирования на объемы экспорта регионов России: роль социально-экономических условий инновационной деятельности и региональной климатической политики

Переменные	Роль социально-экономических условий инновационной деятельности			Роль региональной экологической политики		
	Регионы России с благоприятными социально-экономическими условиями инновационной деятельности	Регионы России с умеренными социально-экономическими условиями инновационной деятельности	Регионы России с неблагоприятными социально-экономическими условиями инновационной деятельности	Регионы России с активной климатической политикой	Регионы России с умеренной климатической политикой	Регионы России с «отстающей» климатической политикой
$lGRP_{it}$	1,143*** (0,307)	1,396*** (0,101)	3,222*** (0,190)	3,222*** (0,190)	0,725*** (0,154)	0,842*** (0,210)
$lGDP_{jt}$	1,066*** (0,077)	1,112*** (0,080)	0,959*** (0,258)	0,959*** (0,258)	0,914*** (0,075)	0,657*** (0,066)
$lP_{it}$	0,121 (0,207)	-0,882*** (0,118)	-1,108*** (0,186)	-1,108*** (0,186)	-0,536*** (0,128)	-0,168 (0,145)
$lP_{jt}$	0,057 (0,058)	0,166*** (0,058)	-0,021 (0,122)	-0,021 (0,122)	0,115 (0,075)	-0,002 (0,045)
$lD_{ij}$	-1,467*** (0,173)	-1,881*** (0,077)	-0,793*** (0,187)	-0,793*** (0,187)	-1,129*** (0,103)	-1,560*** (0,130)
$l(1 + B_{ij})$	0,956*** (0,211)	0,649*** (0,178)	0,910*** (0,248)	0,910*** (0,248)	0,198 (0,081)	0,671*** (0,123)
$lMAB_{it}$	0,209*** (0,060)	0,287*** (0,030)	0,404*** (0,067)	0,404*** (0,067)	0,224*** (0,042)	0,221*** (0,031)
$lIPOT_{it}$	0,347** (0,026)	0,486*** (0,123)	-1,058 (0,629)	-1,058 (0,629)	0,961*** (0,143)	0,315 (0,207)
$l(1 + TS_{jt})$	-0,604* (0,281)	-0,757*** (0,242)	-1,934* (0,789)	-1,934* (0,789)	-0,623* (0,302)	-1,056 (0,245)
$lES_{jt}$	0,307*** (0,120)	-1,004*** (0,194)	-0,321 (0,371)	-0,321 (0,371)	0,028* (0,016)	-0,634*** (0,190)
$Pseudo R^2$	0,640	0,581	0,529	0,529	0,612	0,590

Примечание: \*\*\* – значимость на 1%-м уровне, \*\* – значимость на 5%-м уровне, \* – значимость на 10%-м уровне.

Источник: рассчитано автором.

**Таблица 3.** Результаты моделирования влияния переходных климатических рисков на объемы экспорта регионов России: роль ресурсного потенциала

Переменные	Минерально-дефицитные регионы России					Регионы России, умеренно обеспеченные минеральными ресурсами					Богатые минеральными ресурсами регионы России				
	Мод. 1	Мод. 2	Мод. 3	Мод. 4	Мод. 5	Мод. 1	Мод. 2	Мод. 3	Мод. 4	Мод. 5	Мод. 1	Мод. 2	Мод. 3	Мод. 4	Мод. 5
$lGRP_{it}$	1,761*** (0,143)	1,420*** (0,095)	1,562*** (0,099)	1,479*** (0,099)	1,464*** (0,102)	0,700*** (0,099)	0,639*** (0,108)	0,701*** (0,112)	0,636*** (0,104)	0,526*** (0,119)	1,350*** (0,328)	1,345*** (0,291)	1,455*** (0,276)	1,352*** (0,293)	1,361*** (0,294)
$lGDP_{it}$	0,901*** (0,038)	0,674*** (0,026)	0,729*** (0,021)	0,707*** (0,020)	0,703*** (0,021)	0,666*** (0,036)	0,721*** (0,031)	0,669*** (0,025)	0,647*** (0,023)	0,696*** (0,023)	0,928*** (0,067)	1,220*** (0,059)	0,919*** (0,059)	0,986*** (0,046)	0,979*** (0,045)
$lP_{it}$	-0,804*** (0,141)	-0,550*** (0,093)	-0,606*** (0,093)	-0,600*** (0,096)	-0,602*** (0,100)	0,428* (0,254)	1,098*** (0,219)	1,129*** (0,215)	1,165*** (0,222)	1,053*** (0,224)	0,647*** (0,125)	0,571*** (0,109)	0,545*** (0,111)	0,568*** (0,108)	0,593*** (0,111)
$lP_{it}$	-0,120*** (0,019)	0,016 (0,014)	-0,023 (0,016)	0,033* (0,017)	-0,016 (0,013)	-0,094*** (0,019)	-0,036* (0,017)	-0,066*** (0,018)	-0,045* (0,018)	-0,043* (0,015)	-0,204*** (0,030)	-0,193*** (0,030)	-0,235*** (0,028)	-0,194*** (0,027)	-0,153*** (0,030)
$lD_{ij}$	-1,380*** (0,055)	-1,416*** (0,032)	-1,437*** (0,032)	-1,464*** (0,033)	-1,353*** (0,035)	-1,373*** (0,110)	-1,616*** (0,059)	-1,545*** (0,065)	-1,479*** (0,066)	-1,542*** (0,067)	-2,733*** (0,151)	-2,732*** (0,093)	-2,576*** (0,108)	-2,599*** (0,110)	-2,611*** (0,105)
$l(1 + B_{it})$	1,025*** (0,204)	1,099*** (0,127)	1,129*** (0,127)	1,035*** (0,124)	1,021*** (0,131)	1,378*** (0,289)	0,695*** (0,211)	0,786*** (0,213)	0,822*** (0,210)	0,808*** (0,232)	0,798*** (0,199)	0,604*** (0,243)	0,806*** (0,311)	0,760*** (0,102)	0,812*** (0,230)
$lMAB_{it}$	0,230*** (0,030)	0,202*** (0,020)	0,193*** (0,020)	0,199*** (0,021)	0,219*** (0,022)	1,189*** (0,193)	1,208*** (0,160)	1,225*** (0,159)	1,185*** (0,162)	1,112*** (0,160)	5,739*** (0,526)	4,942*** (0,420)	5,001*** (0,443)	5,147*** (0,449)	5,135*** (0,448)
$lIPOT_{it}$	0,030 (0,146)	0,161 (0,100)	0,031 (0,107)	0,134 (0,104)	0,162 (0,108)	1,323*** (0,321)	1,138*** (0,256)	1,264*** (0,265)	1,172*** (0,265)	1,141*** (0,269)	1,315*** (0,468)	1,596*** (0,424)	1,719*** (0,407)	1,407*** (0,430)	1,414*** (0,434)
$l(1 + TS_{jt})$	-1,149*** (0,132)	-1,016*** (0,093)	-1,023*** (0,091)	-1,067*** (0,089)	-0,811*** (0,099)	-0,477*** (0,145)	-0,204*** (0,059)	-0,460*** (0,107)	-0,490*** (0,108)	-0,412*** (0,099)	-0,934*** (0,261)	-0,595*** (0,232)	-0,688*** (0,220)	-0,705*** (0,230)	-0,984*** (0,263)
$lES_{jt}$	-0,582*** (0,108)					-0,261* (0,101)					-0,427 (0,277)				
$lRE_{jt}$		-0,018 (0,012)					-0,017 (0,016)					-0,143*** (0,027)			
$lSC_{jt}$			-0,040* (0,011)					0,061*** (0,014)					0,145*** (0,044)		
$lWC_{jt}$				-0,058*** (0,008)					0,028*** (0,009)					0,155*** (0,016)	
$lETI_{jt}$					-0,883*** (0,179)					0,077 (0,259)					1,809*** (0,527)
Pseudo R <sup>2</sup>	0,520	0,580	0,610	0,590	0,550	0,520	0,610	0,630	0,599	0,584	0,50	0,645	0,589	0,572	0,525

Примечание: \*\*\* – значимость на 1%-м уровне, \*\* – значимость на 5%-м уровне, \* – значимость на 10%-м уровне.  
 Источник: рассчитано автором.

Результаты, представленные в таблице 3 (с.63), позволяют сделать вывод о роли наделенности минеральными ресурсами регионов РФ в формировании влияния переходных климатических рисков на объемы экспорта. Наблюдается следующая картина: влияние установленных мощностей солнечной и ветровой энергетики, индекс готовности страны-импортера к энергетическому переходу положительно влияют на экспорт регионов, умеренно обеспеченных и богатых минеральными ресурсами (например, Магаданская, Оренбургская, Сахалинская области, Республика Коми, Мурманская, Курская, Свердловская области, Пермский край, Республика Карелия и др.). Исследование устанавливает, что глобальный энергетический переход создает для данных регионов больше возможностей, чем рисков. Данный вывод согласуется с недавним исследованием [Islam et al. 2022].

## **Заключение**

Российские компании, планирующие выход на международные рынки, сталкиваются с рядом ограничений, таких как высокая себестоимость продукции, технологическая отсталость, несоответствие качества товаров международному спросу. В контексте глобальной климатической повестки российские компании-экспортеры подвергаются новому виду экономических рисков — переходным климатическим рискам.

С одной стороны, российская экономика и экспорт уязвимы к глобальному энергетическому переходу, что определяется значительной долей энергетического сектора в ВВП и высоким углеродным следом экспорта. С другой стороны, в существующей литературе содержится вывод о том, что экспорт стран с богатыми минеральными ресурсами может увеличиваться в условиях энергетического перехода в связи с тем, что производство технологий альтернативной энергетики требует активного использования минерального сырья. Кроме того, рост российского регионального экспорта можно наблюдать и по другому каналу: ужесточение климатического регулирования, которое является неотъемлемой частью переходных климатических рисков, вынуждает компании внедрять «зеленые» технологии в свою повседневную практику, что повышает их конкурентоспособность.

Эмпирические результаты исследования демонстрируют, что, во-первых, в случае российской экономики существует отрицательная связь между строгостью экологического регулирования торговых партнеров и объемами экспорта, однако стимулирующий эффект наблюдается в случае регионов с благоприятной инновационной средой и активной климатической политикой. Во-вторых, процесс глобального энергетического перехода и широкое использование альтернативных источников энергии в странах-импортерах снижают зависимость от российского импорта энергоносителей, что подрывает экономическую стабильность российских регионов, специализирующихся на экспорте энергетической продукции. При этом наибольшую выгоду от процесса энергоперехода получают российские регионы, богатые полезными ископаемыми, которые выступают в качестве важнейших поставщиков критически важных минера-

лов, необходимых для производства мощностей альтернативной энергетики и электромобилей.

Таким образом, можно сформулировать рекомендации по минимизации рисков и эффективному использованию возможностей для различных групп регионов в контексте глобального энергетического перехода (см. рисунок 10 на с. 65).

**Рисунок 10.** Направления рекомендаций исследования по минимизации рисков и эффективному использованию возможностей для экспортеров регионов России в контексте глобального энергетического перехода



Выводы, сделанные в данном исследовании, получены на основе анализа торговых потоков за период с 2013 по 2021 г. Таким образом, анализ влияния переходных климатических рисков на результативность экспорта регионов России не учитывает период значительной интенсификации геополитических рисков, который повлек за собой изменение структуры и переориентацию экспорта. Это обусловлено отсутствием данных по объемам экспорта каждого региона России в каждую страну – торговый партнер после января 2022 г. Тем не менее распространение углеродного регулирования, а также тенденций развития альтернативной энергетики и электромобилей по все большему количеству стран позволяют предположить, что основные положения проведенного анализа, а также обоснованность представленных на рисунке 10 рекомендаций остались актуальными и после событий 2022 г.

## Библиография

- Глазатова М., Данильцев А. Основные тенденции в развитии мировой торговли и структурные особенности российского экспорта // Журнал Новой экономической ассоциации. 2020. Т. 45. №1. С. 183–192. <https://www.doi.org/10.31737/2221-2264-2020-45-1-8>
- Ислам М., Тареке М., Монируззаман М., Али М. Оценка модели экспортно-ориентированного роста: пример Бангладеш, Китая, Индии и Мьянмы // Экономика региона. 2022. Т. 18. №3. С. 910–925. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2022-3-20>
- Кутырев Г., Коломина (Апасова) А., Лебедев М. Экологический протекционизм как фактор трансформации промышленной и внешнеторговой структуры (на примере России и Германии) // Россия и современный мир. 2021. Т. 113. №4. С. 121–140. <https://www.doi.org/10.31249/rsm/2021.04.06>
- Макаров И. Таксономия торговых барьеров: пять типов протекционизма // Современная мировая экономика. 2023. Т. 1. № 1. С. 74–94. <https://cwejournal.hse.ru//makarov12023>
- Макаров И., Соколова А. Оценка углеродоемкости внешней торговли России // Экономический журнал ВШЭ. 2014. Т. 18. № 3. С. 477–507. <https://ej.hse.ru/2014-18-3/137770485.html>
- Макаров И., Степанов И. Углеродное регулирование: варианты и вызовы для России // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. 2017. № 6. С. 3–22. <https://doi.org/10.38050/01300105201761>
- Макаров И., Шуранова А. Климатические изменения как новый фактор международных отношений // Международная аналитика. 2023. Т. 4. №14. С. 52–74. <https://doi.org/10.46272/2587-8476-2023-14-4-52-74>
- Порфирьев Б., Широков А., Колпаков А. Стратегия низкоуглеродного развития: перспективы для экономики России // Мировая экономика и международные отношения. 2020. Т. 64. №9. С. 15–25. <https://doi.org/10.20542/0131-2227-2020-64-9-15-25>
- Саенко В., Колпаков А. Перспективы российского энергетического экспорта в условиях реализации мер международной климатической политики // Проблемы прогнозирования. 2021. №6. С. 113–124. <https://doi.org/10.47711/0868-6351-189-113-124>
- Федюнина А., Симачёв Ю., Драпкин И. Интенсивная и экстенсивная компоненты экспорта: детерминанты экономического роста в российских регионах в условиях санкций // Экономика региона. 2023. Т. 19. №3. С. 884–897. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2023-3-20>
- Чупина Д. Влияние «зеленого» курса на импорт меди из России в ЕС // Вопросы экономики. 2022. №1. С. 110–125. <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2022-1-110-125>
- Широв А., Колпаков А. Экономика России и механизмы глобального климатического регулирования // Журнал Новой экономической ассоциации. 2016. Т. 32. №4. С. 87–110. <https://www.econorus.org/repec/journal/2016-32-87-110r.pdf>
- Albert M. The global politics of the renewable energy transition and the non-substitutability hypothesis: towards a 'great transformation'? // Review of International Political Economy. 2021. Vol. 29. Issue 12. Pp. 1–16. <https://doi.org/10.1080/09692290.2021.1980418>
- Andersen E., Shan Y., Bruckner B., Černý M., Hidiroglu K., Hubacek K. The vulnerability of shifting towards a greener world: the impact of the EU's green transition on material demand // Sustainable Horizons. 2024. Vol. 10. No100087. <https://doi.org/10.1016/j.horiz.2023.100087>

- Arndt C. Climate change vs energy security? The conditional support for energy sources among western Europeans // *Energy Policy*. 2023. Vol. 174. No113471. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113471>
- Buhaug H., Benjaminsen T., Gilmore E., Hendrix C. Climate-driven risks to peace over the 21st century // *Climate Risk Management*. 2023. Vol. 39. No100471. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2022.100471>
- Carattini S., Heutel G., Melkadze G. Climate policy, financial frictions, and transition risk // *Review of Economic Dynamics*. 2023. Vol. 51. Pp. 778–794. <https://doi.org/10.1016/j.red.2023.08.003>
- Cergibozan R. Renewable energy sources as a solution for energy security risk: empirical evidence from OECD countries // *Renewable Energy*. 2022. Vol. 183. Pp. 617–626. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.11.056>
- Chen X., He J., Qiao L. Does environmental regulation affect the export competitiveness of Chinese firms? // *Journal of Environmental Management*. 2022. Vol. 317. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115199>
- Chepeliev M., Hertel T., Mensbrugge D. Cutting Russia's fossil fuel exports: short-term economic pain for long-term environmental gain // *The World Economy*. 2022. Vol. 45. Issue 11. Pp. 3314–3343. <https://doi.org/10.1111/twec.13301>
- Cherepovitsyn A., Solovyova V. Prospects for the development of the Russian rare-earth metal industry in view of the global energy transition—a review // *Energies*. 2022. Vol. 15. <https://doi.org/10.3390/en15010387>
- Cherepovitsyn A., Solovyova V., Dmitrieva D. New challenges for the sustainable development of the rare-earth metals sector in Russia: transforming industrial policies // *Resources Policy*. 2023. Vol. 81. No103347. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103347>
- Correia S., Guimaraes P., Zylkin T. Fast Poisson estimation with high-dimensional fixed effects // *The Stata Journal*. 2019. Vol. 20. Issue 1. Pp. 95–115. <https://doi.org/10.1177/1536867X20909691>
- Costantini V., Mazzanti M. On the Green and Innovative Side of Trade Competitiveness? The Impact of Environmental Policies and Innovation on EU Exports // *Research Policy*. 2021. Vol. 41. Issue 1. Pp. 132–153. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.08.004>
- Crowley-Vigneau A., Kalyuzhnova Y., Ketenci N. What motivates the 'green' transition: Russian and European perspectives // *Resources Policy*. 2023. Vol. 81. No103128. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.103128>
- Dunz N., Naqvi A., Monasterolo I. Climate sentiments, transition risk, and financial stability in a stock-flow consistent model // *Journal of Financial Stability*. 2021. Vol. 54. No100872. <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2021.100872>
- Elshkaki A., Graedel T., Ciacci L., Reck B. Copper demand, supply, and associated energy use to 2050 // *Global Environmental Change*. 2016. Vol. 39. Pp. 305–315. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.06.006>
- Gong M., You Z., Wang L., Cheng J. Environmental regulation, trade comparative advantage, and the manufacturing industry's green transformation and upgrading // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020. Vol. 17. Issue 8. <https://doi.org/10.3390/ijerph17082823>
- Hamaguchi Y. Environmental tax evasion as a determinant of the Porter and Pollution Haven Hypotheses in a corrupt political system // *Economic Analysis and Policy*. 2023. Vol. 79. Pp. 610–633. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2023.06.032>
- Harpprecht C., Xicotencatl B., Nielen S., Meide M., Li C., Li Z., Tukker A., Steubing B. Future environmental impacts of metals: a systematic review of impact trends, modelling approaches, and challenges // *Resources, Conservation and Recycling*. 2024. Vol. 205. No107572. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2024.107572>

- Islam M., Sohag K. Mineral import demand and wind energy deployment in the USA: co-integration and counterfactual analysis approaches // *Mineral Economics*. 2023. <https://doi.org/10.1007/s13563-023-00382-2>
- Islam M., Sohag K., Alam M. Mineral import demand and clean energy transitions in the top mineral-importing countries // *Resources Policy*. 2022. Vol. 78. No 102893. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102893>
- Kadochnikov S., Fedyunina A. Economic growth due to export externalities: a spatial econometric analysis for Russian regions, 2003–2008 // *International Journal of Economic Policy in Emerging Economies*. 2013. Vol. 6. Issue 4. Pp. 358–374. <https://doi.org/10.1504/ijepee.2013.057909>
- Makarov I., Chen H., Paltsev S. Impacts of climate change policies worldwide on the Russian economy // *Climate Policy*. 2020. Vol. 20. Issue 10. Pp. 1242–1256. <https://doi.org/10.1080/14693062.2020.1781047>
- Nordhaus W. Climate Clubs: Overcoming Free-riding in International Climate Policy // *American Economic Review*. 2015. Vol. 105. Issue 4. Pp. 1339–1370. <https://doi.org/10.1257/aer.15000001>
- Ozturk S., Demirer R., Gupta R. Climate uncertainty and carbon emissions prices: the relative roles of transition and physical climate risks // *Economics Letters*. 2022. Vol. 217. No 110687. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2022.110687>
- Porter M., Linde C. Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship // *Journal of Economic Perspectives*. 1995. Vol. 9. Pp. 97–118. <https://doi.org/10.1257/jep.9.4.97>
- Sanderson H., Stridsland T. Cascading transitional climate risks in the private sector—risks and opportunities // In *Climate Adaptation Modelling*. 2022. Pp. 179–186. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-86211-4\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-030-86211-4_21)
- Shang Y., Sang S., Tiwari A., Khan S., Zhao X. Impacts of renewable energy on climate risk: a global perspective for energy transition in a climate adaptation framework // *Applied Energy*. 2024. Vol. 362. No 122994. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2024.122994>
- Sheng X., Gupta R., Çepni O. The effects of climate risks on economic activity in a panel of US states: the role of uncertainty // *Economics Letters*. 2022. Vol. 213. No 110374. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2022.110374>
- Sokhanvar A., Sohag K. What does the clean energy transition look like for Russian oil exports? // *Energy Science & Engineering*. 2022. Vol. 10. Issue 12. Pp. 4512–4519. <https://doi.org/10.1002/ese3.1286>
- Syropoulos C., Felbermayr G., Kirilakha A., Yalcin E., Yotov Y. The global sanctions data base release 3: COVID-19, Russia, and multilateral sanctions // *Review of International Economics*. 2023. <https://doi.org/10.1111/roie.12691>
- Valero A., Valero A., Calvo G., Ortego A. Material bottlenecks in the future development of green technologies // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2019. Vol. 93. Pp. 178–200. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.05.041>
- Volchkova N. How costly is exporting: an empirical assessment of trade model with heterogeneous firms? // *SSRN Electronic Journal*. 2013. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2243135>
- Wang J., Jin Z., Yang M., Naqvi S. Does strict environmental regulation enhance the global value chains position of China's industrial sector? // *Petroleum Science*. 2021. Vol. 8. Issue 6. Pp. 1899–1909. <https://doi.org/10.1016/j.petsci.2021.09.023>
- Weezel S. Local Warming and violent armed conflict in Africa // *World Development*. 2020. Vol. 126. No 104708. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.104708>



Yotov Y., Piermartini R., Monteiro A., Larch M. An advanced guide to trade policy analysis: the structural gravity model // World Trade Organization. 2016. 144 p. <https://doi.org/10.30875/ABC0167E-EN>

Yu H., Zheng C. Environmental regulation, land use efficiency and industrial structure upgrading: test analysis based on spatial Durbin model and threshold effect // Heliyon. 2024. Vol. 10. Issue 5. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26508>