


## Моделирование взаимосвязи климатического регулирования торговых партнеров и объемов экспорта: анализ регионов России

Ю. Д. Соколова  

Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина,  
г. Екатеринбург, Россия

 [yu.sokolova1999@gmail.com](mailto:yu.sokolova1999@gmail.com)

**Аннотация.** Развитие экспорта – приоритет экономики России. Современные экспортеры и компании, планирующие выход на международный рынок, сталкиваются с рядом ограничивающих факторов. Переходные климатические риски, главным образом представленные экологическим регулированием стран – торговых партнеров, направленным на интернализацию национальных и глобальных отрицательных внешних экологических эффектов, также относятся к данным факторам. Однако глобальная климатическая повестка способна не только оказывать отрицательное влияние на результативность экспорта, но и генерировать возможности роста. Цель исследования – моделирование влияния экологического регулирования стран – торговых партнеров на динамику объемов экспорта регионов России на основе данных за период 2013–2020 гг. Кроме того, исследование направлено на выявление региональных факторов, определяющих знак влияния климатического регулирования стран-импортеров на объемы экспорта. Основная гипотеза исследования предполагает, что эффект климатического регулирования на результативность экспорта различен для регионов России и определяется институциональными и экологическими характеристиками субъектов. Оценка гравитационного уравнения методом псевдомаксимального правдоподобия Пуассона для разных подвыборок регионов России продемонстрировала, что строгость экологического регулирования стран-партнеров отрицательно связана с объемами экспорта России, однако наблюдается положительная корреляция в случае регионов, характеризующихся благоприятными условиями инновационной деятельности и активной экологической политикой. Также было выявлено, что существенные затраты регионального бюджета на защиту окружающей среды не обеспечивают стимулирующего эффекта климатического регулирования. Таким образом, для минимизации негативного влияния переходных климатических рисков особое внимание государства должно быть направлено на создание среды, благоприятной для инновационной деятельности, и формирование эффективной экологической политики на уровне региона и страны. Теоретическая значимость исследования заключается в расширении традиционной гравитационной модели путем включения экологических детерминант торговли, тогда как практическая ценность работы представляется рекомендациями региональным органам власти по обеспечению роста экспорта регионов России в условиях переходных климатических рисков.

**Ключевые слова:** российские регионы; экспорт; экологическое регулирование; условия инновационной деятельности; гравитационная модель международной торговли; метод псевдомаксимального правдоподобия Пуассона.

## 1. Введение

Развитие экспорта — одна из актуальных задач экономики России: в 2016 г. наблюдалось переключение национальной повестки с импортозамещения на совершенствование экспорта, а в 2018 г. был анонсирован национальный проект «Международная кооперация и экспорт», предполагающий повсеместную поддержку компаний-экспортеров со стороны государства<sup>1</sup>.

Согласно Bernard & Jensen [1], Greenaway & Kneller [2], Melitz [3], активизация экспортной деятельности страны ассоциируется с укреплением позиций страны на международной арене, благодаря выстраиванию долгосрочных связей и предоставлению на внешний рынок уникальной продукции. Кроме того, экспортная деятельность способствует росту национальной экономики вследствие расширения производства, увеличения производительности за счет перераспределения ресурсов, создания новых рабочих мест, а также притока бюджетных средств и иностранной валюты.

Глазатова и Данильцев [4] выявили, что российские экспортеры и компании, планирующие выход на международные рынки, сталкиваются с рядом ограничений внутреннего и внешнего характера. К внутренним проблемам относят высокую себестоимость производства, технологическую отсталость, ограниченный ассортимент, несоответствие качества товаров международному спросу, сложность таможенных процедур, неэффективность национальной торговой политики и неблагоприятную институциональную среду<sup>2</sup>. В свою очередь, список внешних ограничивающих факторов включает в себя требования

принимающих рынков, торговые ограничения и геополитическую обстановку<sup>3</sup>.

Переходные климатические риски, представляемые климатической повесткой импортирующих стран, также можно отнести к вызовам международного характера, с которыми сталкиваются российские компании при осуществлении экспорта, что продиктовано рядом причин, находящихся на стыке экологии, экономики и политики<sup>4</sup>.

*Во-первых*, международное сообщество считает, что сохранение средней температуры климатической системы Земли на уровне ниже 1,5 °C невозможно только за счет экологической политики отдельных государств, движимой увеличением уровня национального благосостояния.

Copeland & Taylor [5] и Nordhaus [6] утверждают, что необходимо вовлечение всех стран мира в экологическую повестку и наличие универсального механизма экологического регулирования.

Copeland [7] считает, что на современном этапе внедрение единого инструмента регулирования затруднено, поэтому еще одним способом активации национальной экологической политики выступает использование торговых инструментов экологического регулирования.

*Во-вторых*, использование торговых механизмов в целях достижения углеродной нейтральности также оправдывается тем, что отсутствие национального экологического регулирования служит способом сохранения конкурентных преимуществ на международном рынке.

<sup>3</sup> Карлова Н., Пузанова Е. Что мешает российскому экспортеру: результаты опроса предпринимателей // Центральный банк Российской Федерации. 2021. 26 с. [https://cbr.ru/StaticHtml/File/120062/analytic\\_note\\_apr21\\_dip.pdf](https://cbr.ru/StaticHtml/File/120062/analytic_note_apr21_dip.pdf)

<sup>4</sup> Климатические риски в меняющихся экономических условиях. 2022. URL: [https://cbr.ru/Content/Document/File/143643/Consultation\\_Paper\\_21122022.pdf](https://cbr.ru/Content/Document/File/143643/Consultation_Paper_21122022.pdf)

<sup>1</sup> Национальные проекты России. 2023. URL: <https://национальныепроекты.рф/projects>

<sup>2</sup> Российские экспортеры: проблемы и возможности. 2018. URL: <https://www.nes.ru/files/EVENTS/ekaterinburg-2018-volchikova.pdf>

Acemoglu et al. [8] и Ederington [9] предполагают, что экспортеры государств со слабым экологическим регулированием не несут дополнительных затрат, связанных с защитой окружающей среды, и способны сохранять цены на низком уровне.

Aichele & Felbermayr [10] и Jacob [11] показывают, что также получает распространение проблема «утечки углерода», предполагающая перенос бизнеса из страны со строгим климатическим регулированием в страну со слабым или замену национального производства более дешевым импортом из данных стран.

*В-третьих*, экспортные потоки становятся предметом регулирования в силу особенностей учета загрязнений. Макаров и Соколова [12] выявили, что современная система учета не предполагает разграничения экологической ответственности между производителями и потребителями, экспортерами и импортерами. Так, экологическая статистика стран учитывает выбросы CO<sub>2</sub>, эмитируемые в процессе производства, в том числе и экспортной продукции, но «игнорирует» факт импорта и потребления.

*В-четвертых*, международный обмен товарами может восприниматься как один из триггеров экологических проблем. Huang & Labys [13] обосновывают, что либерализация торговли ведет к чрезмерной эксплуатации природных ресурсов и экстенсивному экономическому росту, подстегивает расширение «грязного» производства, активно использует транспорт.

Совокупность перечисленных факторов обуславливает уязвимость экспорта ряда стран в контексте международной климатической повестки. Внешнеэкономическая деятельность России и регионов не является исключением, что связано с особенностями товарной и географической структуры экспорта, невысокой степенью развито-

сти национальной экологической политики, а также отсутствием механизма регулирования, позволяющего учитывать стоимость выбросов в цене конечного продукта.

С одной стороны, развитая экологическая политика и применение торговых инструментов экологического регулирования могут выступать как факторы, ограничивающие внешнеэкономическую деятельность. С другой — согласно теории Porter & Linde [14], подобного рода регулирование может стимулировать экспортную активность через каналы повышения эффективности производства, улучшения качества продукции, изменения структуры поставок. Таким образом, климатическое регулирование может представлять как риски, так и возможности для экспортеров.

*Цель исследования* — моделирование влияния экологического регулирования стран — торговых партнеров на динамику объемов экспорта регионов России на основе данных за период 2013–2020 гг. Кроме того, исследование направлено на выявление региональных факторов, определяющих знак влияния климатического регулирования стран-импортеров на объемы экспорта.

*Гипотеза исследования* — эффект переходных климатических рисков различен для экспорта разных регионов России: для регионов с высоким инновационным потенциалом, региональными экологическими инициативами и большими затратами бюджета на защиту окружающей среды, эффект положительный, тогда как для остальных регионов эффект отрицательный.

В исследовании применяется гравитационная модель международной торговли, которая оценивается методом псевдомаксимального правдоподобия Пуассона. Также, чтобы проследить, какие факторы определяют знак влияния экологического регулирования на экс-

порт регионов, мы применяем кластерный анализ для деления регионов на подвыборки.

*Структура работы* включает обзор литературы по теме, описание используемых методов и данных для моделирования влияния переходных климатических рисков на объемы экспорта различных регионов России, обсуждение полученных результатов и формирование рекомендаций для государственной политики.

## 2. Обзор литературы

### 2.1. Анализ теоретических основ экологического регулирования

Еще древние цивилизации занимались вопросами защиты окружающей среды и экологического регулирования, однако отправной точкой развития концепций экологической политики считают период 1960-х гг.

Caldwell [15] тогда впервые подчеркнул, что государственным орга-

нам необходимо интегрировать вопросы, связанные с окружающей средой, в ежедневную практику и разработать системный подход, позволяющий принять во внимание все экологические проблемы.

Концепция экологического регулирования опирается на теорию внешних эффектов, подразумевающую, что функция полезности одного экономического агента включает переменные, на значение которых может влиять другой экономический агент, принимающий решения, исходя только из своих интересов. Такая ситуация не является равновесной в экономике, что оправдывает необходимость вмешательства со стороны государства. Основным фокусом экологической политики выступают отрицательные внешние экологические эффекты национального и глобального характера.

Теория внешних эффектов определяет ряд основных принципов экологической политики (рис. 1).



Рис. 1. Ключевые принципы экологической политики

Figure 1. Key environmental policy principles

*Примечания:* составлено автором по [19–21]; под «загрязнителем» понимаются экономические агенты, чья деятельность связана с загрязнением окружающей среды (например, металлургические предприятия); под «пользователем» понимаются экономические агенты, чья деятельность связана с использованием или добычей природных ресурсов (например, нефтедобывающие компании).

Инструменты экологической политики выступают мостом между процессами разработки и реализации экологической политики.

Parry & Goulder [16] обосновали, что выбор в пользу определенного инструмента экологического регулирования осуществляется, если инструмент

обладает следующими характеристиками: экологическая и экономическая эффективность, низкие транзакционные издержки, а также обеспечение равенства распределения выгод и затрат.

Инструменты экологической политики делят на две основные группы (рис. 2).

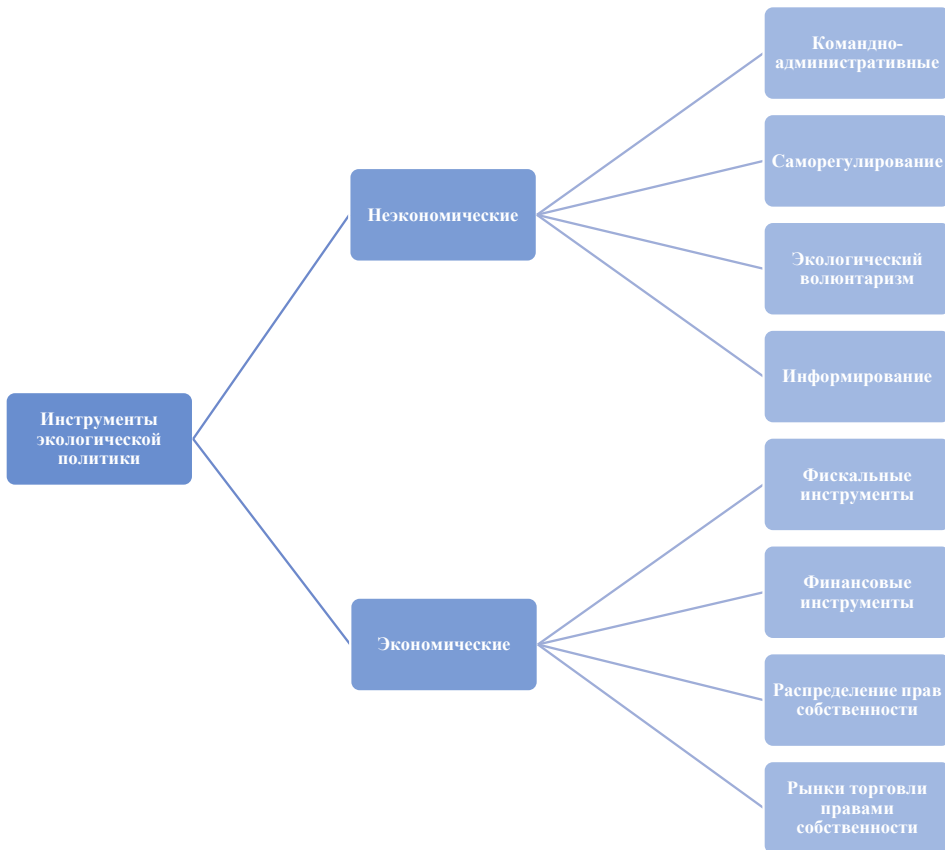


Рис. 2. Классификация инструментов экологической политики

Figure 2. Classification of environmental policy instruments

Примечание: составлено автором по [16–18].

Каждый инструмент климатического регулирования обладает сильными и слабыми сторонами.

Helm & Pearce [17] обосновали, что для командно-административных механизмов свойственны прозрачность и надежность, однако они ассоциируются с высокими затратами государства, от-

сутствием гибкости и стимулов. В то же время экономические инструменты способны мотивировать компании непрерывно сокращать объемы загрязнений. Однако такие инструменты, например саморегулирование и экологический волонтаризм, связаны с отсутствием равенства на рынке, неоптимальными ре-

шениями фирм, а также со сложностью учета внешних эффектов. В свою очередь, инструменты информирования повышают осведомленность, но являются недостаточными для мотивации экономических агентов к достижению экологических целей. Считается, что одной из наиболее эффективных практик является интеграция «миксов» инструментов экологического регулирования.

Pothen & Hubler [18] показали, что большинство инструментов экологической политики государств нацелено на интернализацию национальных отрицательных внешних экологических эффектов, однако экологические проблемы выходят за рамки государства.

Copeland [7] аргументировал, что именно поэтому получают распростра-

нение *торговые инструменты экологического регулирования*, способные оказать влияние на эффекты глобального характера.

Можно выделить три группы инструментов: тарифы, количественные ограничения и так называемые инструменты «серой группы» (рис. 3).

Konisky [19] выявил, что идея торговых инструментов зиждется на понятии экологического демпинга, который можно интерпретировать как поставку товаров на зарубежный рынок по заниженным ценам, которые, в свою очередь, ассоциируются с менее строгим экологическим регулированием и низкими национальными затратами на интернализацию отрицательных внешних экологических эффектов.

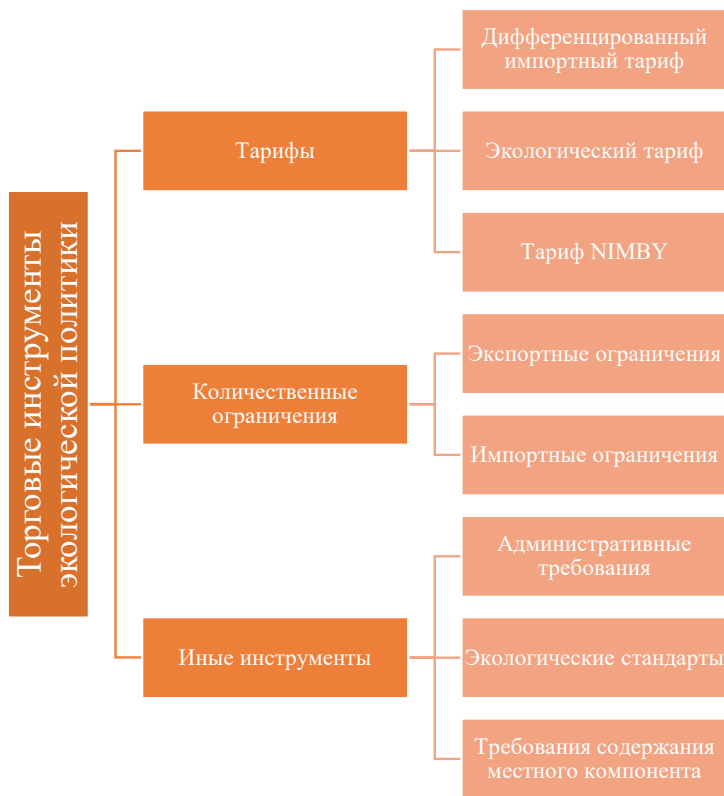


Рис. 3. Торговые инструменты экологической политики

Figure 3. Trade instruments of environmental policy

Примечание: составлено автором по [19–21].

Krutilla [20] определил, что природа торгового инструмента экологического регулирования может определяться не только экологическими характеристиками производственного процесса и товара (экотариф, дифференцированный тариф), но и степенью строгости экологической политики в стране (условный экологический тариф).

LeClair & Franceschi [21] обосновали, что торговые инструменты экологического регулирования также отличаются по степени действенности. Например, экотарифы являются более эффективным механизмом, чем экологические требования и условные экологические тарифы, так как являются более гибким механизмом. Таким образом, от выбора торгового инструмента также может зависеть эффект регулирования на объемы внешней торговли — стимулирующий или ограничивающий.

## ***2.2. Анализ взаимосвязи между экологическим регулированием и внешнеэкономической деятельностью***

Хи [22] заключил, что, несмотря на обширность эмпирической литературы по теме взаимосвязи между экологическим регулированием и объемами торговли, отсутствует консенсус по поводу знака влияния.

Исследовательские работы можно поделить на три группы: определяющие отрицательную, нейтральную и положительную взаимосвязь.

Первая группа исследований анализирует механизм влияния мер экологического регулирования на объемы международной торговли сквозь призму теории сравнительных преимуществ и оперирует величиной затрат.

Pethig [23] развил следующую идею: если страна сталкивается с экологическим регулированием, затраты экспортеров неизбежно увеличиваются из-за

роста издержек производства и реализации товара на международном рынке, что ведет к потере конкурентоспособности.

Tsurumi et al. [24] выявили, что наибольшему отрицательному воздействию подвержены экспортеры стран, специализирующихся на выпуске экологически небезопасной и энергоемкой продукции.

Сagatay & Mihci [25] обосновали, что различия в экологических требованиях между странами могут объяснить сдвиги в географической структуре торговли — строгое экологическое регулирование торговых партнеров вынуждает экспортеров переключаться на другие рынки, порой менее емкие.

Исследовательским работам Tobey [26] и Van Beers & Ven den Bergh [27], которые относятся ко второй группе, не удалось подтвердить факт, что меры экологического регулирования могут выступать торговыми барьерами и снижать объемы экспорта, так как затраты, связанные с защитой окружающей среды, незначительны в общих объемах затрат компаний.

Кроме того, Forslid et al. [28] выявили, что экспортеры — это наиболее эффективные фирмы экономики, способные интернализировать экологические затраты без потери конкурентных преимуществ.

В основе исследований третьей группы лежит теоретическая работа Porter & Linde [14], в которой утверждается, что более интенсивное экологическое регулирование вынуждает предприятия брать на себя инициативу по внедрению технологических новшеств в сфере защиты окружающей среды.

Costantini & Mazzanti [29], Guo et al. [30], Wang et al. [31] выявили, что данный эффект приводит к увеличению объемов экспорта, диверсификации его структуры, улучшению качества продукции, укреплению

конкурентных преимуществ страны. Однако проявление стимулирующего эффекта зависит от таких факторов, как особенности инструмента экологического регулирования, уровень инновационности и развития экономики, активная государственная поддержка, а также степень развитости национальной экологической политики.

### 2.3. Анализ особенностей развития экспорта России в условиях экологического регулирования стран — торговых партнеров

Россия является одной из крупнейших экономик мира по годовым объемам выбросов CO<sub>2</sub>, однако она относится к странам, для которых свойственны наиболее низкие темпы прироста объемов загрязнений. Макаров и др. [32] показали, что это обусловлено главным образом трансформационным кризисом и развитием сектора услуг, а не активной экологической политикой.

Что касается роли международной торговли, до 20% выбросов CO<sub>2</sub> страны генерируются в ходе производства

продукции, направляемой на экспорт. Доминирующими в географической структуре экспорта CO<sub>2</sub> России группировками стран в анализируемом периоде выступали страны G-20, страны ОЭСР, и страны Европейского союза.

Россия торгует со странами с активной экологической позицией, что делает экспорт российских регионов уязвимым в связи с переходными климатическими рисками. На рис. 5 представлено сравнение степени развитости экологического регулирования России и крупнейших стран — импортеров российской продукции.

## 3. Данные и методы

### 3.1. Методы

Расширенная гравитационная модель международной торговли используется во многих исследованиях, направленных на изучение взаимосвязи между экологической политикой и объемами международной торговли.

Yotov et al. [33] показали, что гравитационная модель позволяет объяснить динамику миграции, структуру инвестиций, торговые потоки товаров и услуг

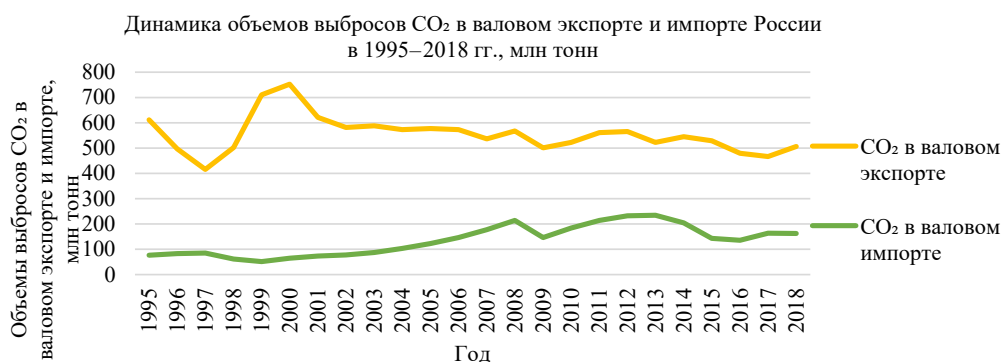


Рис. 4. Динамика объемов выбросов CO<sub>2</sub>, ассоциирующихся с внешнеэкономической деятельностью России в 1995–2018 гг., млн т

Figure 4. Dynamics of CO<sub>2</sub> emissions embodied in international trade of Russia in 1995–2018, million tons

Примечание: составлено автором по OECDstat. 2023. URL: <https://stats.oecd.org/>



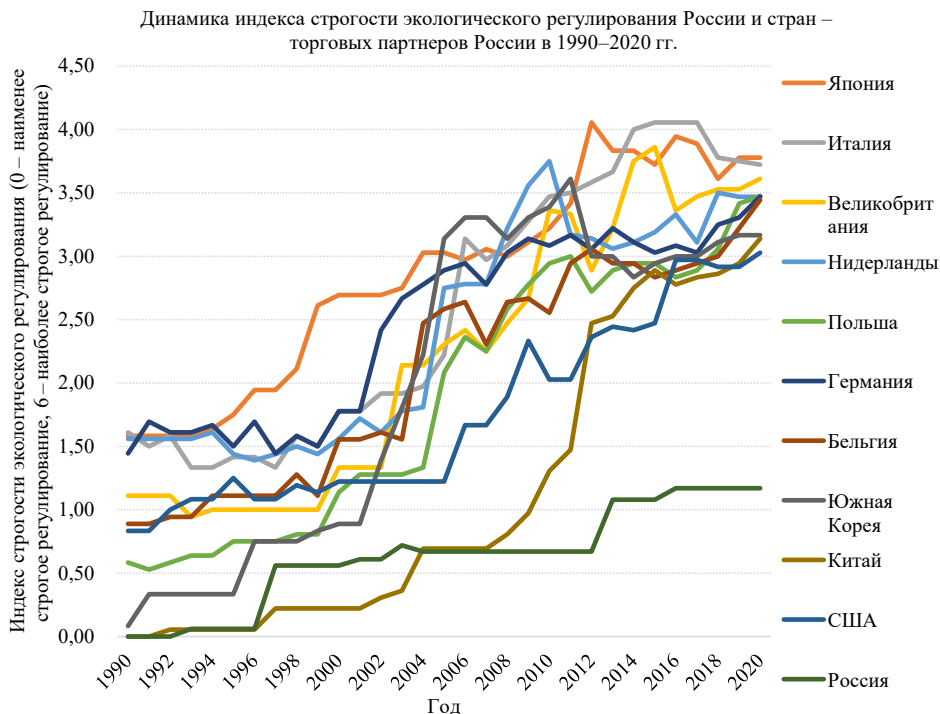


Рис. 5. Сравнение индексов строгости экологического регулирования России и основных стран – торговых партнеров в 1990–2020 гг.

Figure 5. Comparison of the indexes of stringency of environmental regulation of Russia and its trading partners in 1990–2020

Примечание: составлено автором по OECDstat. 2023. URL: <https://stats.oecd.org/>

между странами. Модель предоставляет возможность анализировать влияние различных мер экономической политики, и в частности торговой политики. Модель учитывает специфику стран и регионов — не только экономическую, но и политическую, культурную, институциональную и экологическую, которая может стимулировать или ограничивать отношения между парами экономических агентов.

Shepherd [34] показал, что в основе гравитационной модели международной торговли лежит закон всемирного тяготения Ньютона. Формула (1) отражает интуитивную версию модели, где прослеживается положительная связь между объемами торговли и ВВП стран, а также отрицательная зависимость между тор-

говлей и географическим расстоянием между странами.

$$TVOL_{ijt} = G \frac{GDP_{it} GDP_{jt}}{D_{ij}}, \quad (1)$$

где  $TVOL_{ijt}$  — объем международной торговли между страной  $i$  и страной  $j$  в момент времени  $t$ ;  $G$  — постоянный член уравнения;  $GDP_{it}$  — ВВП страны  $i$  в момент времени  $t$ ;  $GDP_{jt}$  — ВВП страны  $j$  в момент времени  $t$ ;  $D_{ij}$  — географическая дистанция между страной  $i$  и страной  $j$ ;  $i = 1, \dots, n$  и  $j = 1, \dots, m$ ,  $i \neq j$  в момент времени  $t = 1, \dots, T$ .

Yotov et al. [33] показали, что оценка гравитационного уравнения торговли — нетривиальная задача. Они выявили, что для уравнения свойственен

ряд эконометрических проблем: 1) нулевые торговые потоки, которые не могут быть исключены из анализа; 2) гетероскедастичность, потому что базы данных гравитационной модели содержат неоднородные наблюдения; 3) эндогенность, которая связана с тем, что объясняющие переменные модели могут коррелировать с ненаблюдаемыми факторами, находящимися в ошибке регрессии; 4) ненаблюдаемые факторы «сопротивления торговли» (барьеры в торговле, с которыми каждая страна сталкивается со всеми своими торговыми партнерами); 5) наличие краткосрочных и долгосрочных эффектов. Отсутствие внимания к данным проблемам может привести к получению необъективных, неэффективных и неустойчивых оценок.

*Метод псевдомаксимального правдоподобия Пуассона (PPML)* позволяет разрешить большинство перечисленных проблем.

Correia et al. [35] обосновали, что метод допускает включение в модель фиксированных эффектов экспортера и импортера, а также попарных эффектов, что позволяет проконтролировать влияние ненаблюдаемых факторов и факторов «сопротивления торговли». Данный подход оценивает гравитационное уравнение напрямую из его мультипликативной формы с помощью функции максимального правдоподобия Пуассона, что позволяет использовать базу данных с нулевыми торговыми потоками. Также данная методика учитывает факт гетероскедастичности данных. Кроме того, одна из новейших команд в *Stata* *ppmlhdfe* позволяет быстро и эффективно оценить уравнение в присутствии трехсторонних фиксированных эффектов.

### 3.2. Данные и переменные гравитационной модели

Для целей анализа влияния экологического регулирования на результатив-

ность экспорта российских регионов мы конструируем базу данных, содержащую информацию о 84 субъектах РФ и 204 странах — торговых партнеров за период 2013–2020 гг. Общее количество наблюдений — 138 тыс.

Табл. 1 суммирует информацию о переменных гравитационной модели международной торговли. В качестве зависимой переменной мы определяем объемы экспорта из региона России в каждую страну — торговый партнер. К классическим гравитационным переменным можно отнести следующие: ВВП и население регионов России, представляющие потенциальное предложение, ВВП и население стран — торговых партнеров, отвечающие за моделирование потенциального спроса. Чтобы учесть «сопротивление торговли», были включены в уравнение переменные географического расстояния, площадей территорий как регионов РФ, так и стран-партнеров, со знаком минус, а бинарная переменная для общей сухопутной границы региона и страны — со знаком плюс.

Вторая группа переменных объединяет факторы, обуславливающие экспортный потенциал территорий. Мы включаем в анализ следующие составляющие: наделенность ресурсами и человеческим капиталом, развитость финансового сектора, институциональная зрелость, наличие инфраструктуры, производственные мощности, емкость регионального рынка. В нашей модели обеспеченность природными ресурсами субъектов представлена долей добывающего сектора в структуре ВВП, тогда как оставшиеся составляющие представлены с помощью индекса инвестиционного потенциала регионов России, рассчитываемого аналитическим центром Эксперт.

Третья группа переменных отражает барьеры торговли: таможенные пошлины, торговые санкции и экологическую

повестку. Для моделирования влияния глобального экологического регулирования на объемы экспорта регионов России мы используем индекс строгости экологического регулирования стран — торговых партнеров, поскольку торговые инструменты экологического регулирования разнообразны и проследить влияние каждого — нетривиальная задача. Кроме того, экологический протекционизм может носить «скрытый» характер.

Мы предполагаем, что чем строже экологическое регулирование страны — торгового партнера, тем серьезнее намерения этого государства для ограничения конкурентоспособности стран, активно не ведущих экологическую политику, и тем последовательнее государство защищает национальных производителей, сталкивающихся с высокими затратами, связанными с защитой окружающей среды.

Таблица 1. Переменные гравитационной модели международной торговли: описание и источники данных

Table 1. The description of the gravity model variables and data sources

Переменная	Описание	Источник данных
Переменные гравитационной модели		
Зависимая переменная		
$EVOL_{ijt}$	Объем экспорта региона России $i$ в страну — торговый партнер $j$ в момент времени $t$	Таможенные управления федеральных округов России ( <a href="https://customs.gov.ru/structure/regional">https://customs.gov.ru/structure/regional</a> )
Объясняющие переменные		
$GRP_{it}$	ВВП региона России $i$ в момент времени $t$	Росстат ( <a href="https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204/">https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204/</a> )
$GDP_{jt}$	ВВП страны — торгового партнера $j$ в момент времени $t$	UNCTADstat ( <a href="https://unctadstat.unctad.org/wds/ReportFolders/reportFolders.aspx?sCS_ChosenLang=en">https://unctadstat.unctad.org/wds/ReportFolders/reportFolders.aspx?sCS_ChosenLang=en</a> )
$P_{it}$	Население региона России $i$ в момент времени $t$	Росстат ( <a href="https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204/">https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204/</a> )
$P_{jt}$	Население страны — торгового партнера $j$ в момент времени $t$	UNCTADstat ( <a href="https://unctadstat.unctad.org/wds/ReportFolders/reportFolders.aspx?sCS_ChosenLang=en">https://unctadstat.unctad.org/wds/ReportFolders/reportFolders.aspx?sCS_ChosenLang=en</a> )
$D_{ij}$	Географическое расстояние между экономическими центрами региона России $i$ и страной — торговым партнером $j$	GoogleMaps
$B_{ij}$	1 = регион России $i$ и страна — торговый партнер $j$ имеют общую сухопутную границу, 0 = в противном случае	GoogleMaps
$L_i$	Площадь территории региона России $i$	Росстат ( <a href="https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204/">https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204/</a> )

## Окончание табл. 1

Переменная	Описание	Источник данных
$L_j$	Площадь территории страны — торгового партнера $j$	UNCTADstat ( <a href="https://unctadstat.unctad.org/wds/ReportFolders/reportFolders.aspx?sCS_ChosenLang=en">https://unctadstat.unctad.org/wds/ReportFolders/reportFolders.aspx?sCS_ChosenLang=en</a> )
$MAB_{it}$	Доля добывающего сектора в структуре ВРП региона России $i$ в момент времени $t$	Росстат ( <a href="https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204/">https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204/</a> )
$IPOT_{it}$	Доля региона России $i$ в момент времени $t$ в общероссийском инвестиционном потенциале	Рейтинговое агентство RAEX ( <a href="https://raex-rr.com/regions/investment_appeal/investment_potential_of_regions/2020/">https://raex-rr.com/regions/investment_appeal/investment_potential_of_regions/2020/</a> )
$AT_{jt}$	Средняя таможенная пошлина страны — торгового партнера $j$ в момент времени $t$	WTO ( <a href="https://stats.wto.org/">https://stats.wto.org/</a> )
$TS_{jt}$	1 = страна — торговый партнер $j$ в момент времени $t$ вводила торговые санкции против России, 0 = в противном случае	The Global Sanctions Data Base [36]
$EPSI_{jt}$	Индекс строгости экологического регулирования страны — торгового партнера $j$ в момент времени $t$	OECDstat ( <a href="https://stats.oecd.org/">https://stats.oecd.org/</a> )

## Переменные для кластеризации регионов России

$IENV_{it}$	Индекс социально-экономических условий инновационной деятельности региона России $i$ в момент времени $t$	Институт статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ ( <a href="https://www.hse.ru/primarydata/rir2021">https://www.hse.ru/primarydata/rir2021</a> )
$GRP_{it}$	Рейтинг готовности региона России $i$ в момент времени $t$ к «зеленому курсу»	Рейтинг готовности регионов к «зеленому курсу»
$GEXP_{it}$	Текущие затраты региона России $i$ в момент времени $t$ на охрану окружающей среды	Росстат ( <a href="https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204/">https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204/</a> )

Примечания: составлена автором;  $i$  — индикатор регионов России,  $j$  — индикатор стран — торговых партнеров,  $t$  — индикатор времени

## Таблица 2. Описательная статистика

Table 2. Descriptive statistics

Переменные	Среднее	Медиана	Максимум	Минимум	Станд. отклон	Асимметрия	Экссесс
$EVOL_{ijt}$	0,023	0,001	30,926	0,000	0,358	46,412	2839,3
$GRP_{it}$	0,910	0,462	19,856	0,001	0,188	7,039	61,384

Окончание табл. 2

Переменные	Среднее	Медиана	Максимум	Минимум	Станд. отклон	Асимметрия	Эксцесс
$GDP_{jt}$	0,036	0,026	16,887	0,001	1,467	8,505	87,086
$P_{it}$	1,736	1,192	12,678	0,001	1,764	3,231	17,610
$P_{jt}$	0,036	0,007	1,439	0,001	0,140	8,646	82,168
$D_{ij}$	6,943	6,637	18,346	0,105	3,783	0,354	2,313
$L_i$	0,205	0,069	3,083	0,106	0,442	4,782	25,347
$L_j$	5,563	1,024	9,424	0,001	1,411	4,898	25,473
$MAB_{it}$	10,410	1,4	73,3	0,000	16,577	1,900	2,882
$IPOI_{it}$	1,203	0,754	15,318	0,172	1,726	5,950	41,312
$AT_{jt}$	8,933	9,200	35,200	0,000	4,632	0,896	6,648
$EPSI_{jt}$	2,951	2,944	4,888	0,583	0,850	0,895	1,003

Примечание: составлено автором при помощи программного обеспечения Stata 17.

В силу того, что экологическое регулирование может носить как ограничивающий, так и стимулирующий характер, и эффект зависит от ряда факторов, мы делим все регионы России на подвыборки. Мы предполагаем, что стимулирующий эффект будет наблюдаться в случае регионов с высоким инновационным потенциалом, активной экологической политикой и высокими затратами бюджета на защиту окружающей среды.

Чтобы поделить регионы в зависимости от уровня инновационного потенциала, мы используем кластерный анализ и данные по индексу социально-экономических условий инновационной деятельности. Данный индекс рассчитывается Высшей школой экономики и учитывает макроэкономические показатели региона, уровень развития человеческого капитала и потенциал цифровизации<sup>1</sup>.

Далее, степень развитости региональной экологической политики и практику применения инструментов экологи-

ческого регулирования мы учитываем посредством рейтинга готовности регионов к «зеленому курсу». Данный рейтинг уникален тем, что сравнивает регионы в разрезе «прорывных» и «ложных» инициатив. К «прорывным» относят такие инициативы, как закрепление цели по достижению углеродной нейтральности в Сахалинской области или ориентира по использованию альтернативных источников энергии в Ульяновской области, а также использование электробусов в Москве. В то же время «ложные» решения — это инициативы региона, противоречащие целям климатической нейтральности: повсеместный процесс газификации, сжигание твердых отходов, использование биоразлагаемой упаковки. Наконец, для деления регионов на группы по уровню затрат бюджета на защиту окружающей среды, мы также используем кластеризацию и статистику Росстата.

## 4. Результаты

### 4.1. Описательная статистика

Табл. 2 отражает описательную статистику используемых данных, которая

<sup>1</sup> Рейтинг инновационного развития субъектов Российской Федерации. 2023. Выпуск 7. URL: <https://www.hse.ru/primarydata/rir2021>

подтверждает нашу гипотезу о крайней неоднородности регионов России. Кроме того, в нашей базе данных количество нулевых торговых потоков находится на уровне 46%, а при делении регионов на подвыборки количество нулей варьируется в пределах 30–65%.

В табл. 3 представлена корреляционная матрица, откуда наблюдаем, что существует отрицательная взаимосвязь между строгостью экологического регулирования стран — торговых партнеров и объемами экспорта регионов России. Таким образом, экологическая повестка может выступать таким же ограничивающим фактором, как затраты на транспортировку, представленные площадями территорий и географической дистанцией, величина тарифов и торговые санкции стран-импортеров.

#### **4.2. Результаты оценки влияния: случай всех регионов России**

Анализ детерминант развития экспорта регионов России проводится с помощью гравитационной модели международной торговли, которую мы оцениваем методом PPM, включая в модель фиксированные эффекты экспортера, импортера, попарные эффекты. Для получения эконометрических результатов используется программное обеспечение Stata 17 и команда `ppmlhdfc`. Прежде всего мы оцениваем модель для общей подвыборки регионов России, а затем для отдельных подвыборок, выделяемых на основе определенного признака и кластерного анализа.

Результаты эмпирической оценки гравитационного уравнения для общей подвыборки регионов России представлены в табл. 4.

Ключевые гравитационные переменные оказались значимы, а знаки перед коэффициентами соответствуют ожидаемым, что подтверждает эмпири-

ческую оправданность анализа динамики экспорта регионов России с применением гравитационной модели.

Так, основными драйверами развития экспорта субъектов РФ выступают ВРП региона, ВВП и население торгового партнера, общая сухопутная граница между регионом-экспортером и импортером, наличие природных ресурсов и инвестиционный потенциал, отражающий наделенность человеческим капиталом, институциональную зрелость, развитость инфраструктуры и производственных мощностей регионов России.

Отметим, что коэффициент для переменной населения субъектов РФ оказался отрицательным, что противоречит гипотезе о том, что ВРП и население выступают на стороне предложения. Отрицательная корреляция между численностью населения и объемами экспорта может быть продиктована следующими факторами: отсутствие высококвалифицированных кадров и специалистов в сфере ВЭД; неплатежеспособность населения субъектов, что не позволяет экспортерам также сбывать продукцию на региональных рынках; пересечение социальных проектов и программ по поддержке экспорта — с увеличением населения государство может смещать свой фокус на социальные программы, не уделяя должного внимания развитию экспорта.

Транспортные издержки, которые представлены в модели переменными  $D_{ij}$ ,  $L_i$ ,  $L_j$ , отрицательно связаны с объемами экспорта регионов России. Данный факт наталкивает на мысль, что одной из эффективных мер государственной поддержки экспортеров является покрытие части затрат на логистику. Коэффициент перед переменной, отражающий роль тарифов стран-импортеров, незначим, что может быть продиктовано процессом генерализации.

Таблица 3. Корреляционная матрица  
Table 3. Correlation matrix

Переменные	$EVOL_{ijt}$	$GRP_{it}$	$GDP_{jt}$	$P_{it}$	$P_{jt}$	$D_{ij}$	$B_{ij}$	$L_i$	$L_j$	$MAB_{it}$	$IPOT_{it}$	$AT_{jt}$	$TS_{jt}$	$EPSI_{jt}$
$EVOL_{ijt}$	1,000													
$GRP_{it}$	0,236	1,000												
$GDP_{jt}$	0,093	0,000	1,000											
$P_{it}$	0,190	0,837 <sup>b</sup>	0,000	1,000										
$P_{jt}$	0,076	0,000	0,406 <sup>b</sup>	0,000	1,000									
$D_{ij}$	-0,065 <sup>b</sup>	-0,019 <sup>b</sup>	-0,031 <sup>b</sup>	-0,050 <sup>b</sup>	-0,073 <sup>b</sup>	1,000								
$B_{ij}$	0,029 <sup>b</sup>	0,009 <sup>b</sup>	0,034 <sup>b</sup>	0,000	0,000	-0,084 <sup>b</sup>	1,000							
$L_i$	-0,006 <sup>b</sup>	0,030 <sup>b</sup>	0,000	-0,058 <sup>b</sup>	0,000	0,108 <sup>b</sup>	0,000	1,000						
$L_j$	0,043 <sup>b</sup>	0,000	0,365 <sup>b</sup>	0,000	0,534 <sup>b</sup>	0,052 <sup>b</sup>	0,054 <sup>b</sup>	0,000	1,000					
$MAB_{it}$	0,304 <sup>b</sup>	0,157 <sup>b</sup>	0,000	-0,154 <sup>b</sup>	0,000	0,099 <sup>b</sup>	-0,012 <sup>b</sup>	0,450 <sup>b</sup>	0,000	1,000				
$IPOT_{it}$	0,235 <sup>b</sup>	0,549 <sup>b</sup>	0,000	0,175 <sup>b</sup>	0,000	-0,003 <sup>b</sup>	-0,007 <sup>b</sup>	0,000	0,000	-0,067 <sup>b</sup>	1,000			
$AT_{jt}$	-0,005 <sup>b</sup>	-0,004 <sup>b</sup>	-0,115 <sup>b</sup>	0,000	0,104 <sup>b</sup>	0,079 <sup>b</sup>	-0,040 <sup>b</sup>	0,000	0,013 <sup>b</sup>	-0,293 <sup>b</sup>	0,000	1,000		
$TS_{jt}$	-0,048 <sup>b</sup>	0,008 <sup>b</sup>	0,225 <sup>b</sup>	0,000	0,000	-0,379 <sup>b</sup>	0,016 <sup>b</sup>	0,000	0,029 <sup>b</sup>	0,000	0,000	-0,293 <sup>b</sup>	1,000	
$EPSI_{jt}$	-0,030 <sup>b</sup>	0,008 <sup>b</sup>	0,000	0,000	-0,192 <sup>b</sup>	-0,539 <sup>b</sup>	0,020 <sup>b</sup>	0,000	-0,363 <sup>b</sup>	0,003	-0,003	-0,343 <sup>b</sup>	0,415 <sup>b</sup>	1,000

Примечания: составлено автором при помощи программного обеспечения Stata 17; b — значимость на 5%-м уровне.

Таблица 4. Результаты моделирования взаимосвязи между экологическим регулированием стран — торговых партнеров и объемами экспорта регионов России

Table 4. Modeling results of the relationship between environmental regulation of trading partners and export volumes of Russian regions

Переменные	Коэффициенты
$IGRP_{it}$	2,477 <sup>a</sup> (0,222)
$IGDP_{jt}$	2,710 <sup>a</sup> (0,175)
$IP_{it}$	-0,834 <sup>a</sup> (0,200)
$IP_{it}$	0,296 <sup>c</sup> (0,140)
$IP_{jt}$	-4,370 <sup>a</sup> (0,198)
$B_{ij}$	0,553 <sup>a</sup> (0,126)
$IL_i$	-0,182 <sup>a</sup> (0,032)
$IL_j$	-0,299 <sup>a</sup> (0,068)
$IMAB_{it}$	0,235 <sup>a</sup> (0,026)
$IPOT_{it}$	0,137 <sup>c</sup> (0,134)
$LAT_{jt}$	-0,084 <sup>a</sup> (0,256)
$TS_{jt}$	-0,698 <sup>a</sup> (0,233)
$IEPSI_{jt}$	-0,865 <sup>a</sup> (0,175)
$Const$	5,131 <sup>a</sup> (1,683)
$R^2$	0,820

Примечания: составлено автором при помощи программного обеспечения Stata 17; а — значимость на 1%-м уровне; b — значимость на 5%-м уровне; c — значимость на 10%-м уровне; стандартные кластеризованные ошибки регрессии представлены в скобках;  $i$  — индикатор регионов России,  $j$  — индикатор стран — торговых партнеров,  $t$  — индикатор времени.

Также наблюдается отрицательная корреляция между фактом введения торговых санкций странами-партнерами и объемами экспорта регионов России.



Значимость коэффициента обуславливается также выбранным периодом анализа — согласно Syropoulos et al. [36], именно в 2014 г. такие страны, как Австралия, Канада, Япония, Новая Зеландия, Швейцария, США и ЕС, ввели санкции, ограничивающие торговлю с Россией.

Коэффициент перед переменной  $EPSI^t$ , отражающей влияние переходных климатических рисков, оказался также значимым, что позволяет включить экологическую политику в список факторов, обуславливающих развитие экспорта регионов России.

Отметим, что экологическое регулирование стран — торговых партнеров отрицательно связано с объемами экспорта регионов России. Данная взаимосвязь может быть продиктована следующими аспектами: экологическое регулирование выступает как торговый барьер; экологические требования стран-импортеров увеличивают объемы затрат российских экспортеров, что отрицательно сказывается на конкурентоспособности; компании России неэффективно реагируют на выдвижение экологических требований.

**Таблица 5. Результаты моделирования взаимосвязи между экологическим регулированием стран — торговых партнеров и объемами экспорта регионов России: роль социально-экономических условий инновационной деятельности**

**Table 5. Modeling results of the relationship between environmental regulation of trading partners and export volumes of Russian regions: the role of socio-economic conditions of innovation activity**

Переменные	Группа 1	Группа 2	Группа 3
$IGRP_{it}$	1,143 <sup>a</sup> (0,307)	1,396 <sup>a</sup> (0,101)	3,222 <sup>a</sup> (0,190)
$I GDP_{jt}$	1,066 <sup>a</sup> (0,077)	1,112 <sup>a</sup> (0,080)	0,959 <sup>a</sup> (0,258)
$IP_{it}$	0,121 (0,207)	-0,882 <sup>a</sup> (0,118)	-1,108 <sup>a</sup> (0,186)
$IP_{it}$	0,057 (0,058)	0,166 <sup>a</sup> (0,058)	-0,021 (0,122)

### 4.3. Результаты оценки влияния: роль социально-экономических условий инновационной деятельности

Так как исследование ставит одной из задач идентификацию факторов, которые определяют знак влияния экологического регулирования на объемы экспорта, мы делим субъекты РФ на подвыборки.

Первое деление на группы осуществляется исходя из разницы социально-экономических условий инновационной деятельности. С помощью кластерного анализа мы определяем, что в первую группу включается 12 регионов РФ, для которых свойственен самый высокий индекс условий инновационной деятельности, например Москва, Свердловская и Челябинская области, ХМАО, Республика Татарстан. Вторая группа является самой многочисленной и объединяет 56 регионов со средним значением индекса; в третью группу входит 16 субъектов России с наиболее низким индексом.

Результаты оценок для трех подвыборок суммируются в табл. 5.

Окончание табл. 5

Переменные	Группа 1	Группа 2	Группа 3
$IP_{jt}$	-1,467 <sup>a</sup> (0,173)	-1,881 <sup>a</sup> (0,077)	-0,793 <sup>a</sup> (0,187)
$B_{ij}$	0,956 <sup>a</sup> (0,211)	0,649 <sup>a</sup> (0,178)	0,910 <sup>a</sup> (0,248)
$lL_i$	0,095 (0,066)	-0,160 <sup>a</sup> (0,031)	-0,413 <sup>a</sup> (0,098)
$lL_j$	0,013 (0,057)	0,366 <sup>a</sup> (0,072)	-0,180 (0,120)
$lMAB_{it}$	0,209 <sup>a</sup> (0,060)	0,287 <sup>a</sup> (0,030)	0,404 <sup>a</sup> (0,067)
$lPOT_{it}$	0,347 <sup>b</sup> (0,026)	0,486 <sup>a</sup> (0,123)	-1,058 (0,629)
$lA_{Tj,t}$	0,200 (0,027)	0,209 (0,239)	-0,984 (0,920)
$TS_{jt}$	-0,604 <sup>c</sup> (0,281)	-0,757 <sup>a</sup> (0,242)	-1,934 <sup>c</sup> (0,789)
$lEPSI_{jt}$	0,307 <sup>a</sup> (0,120)	-1,004 <sup>a</sup> (0,194)	-0,321 (0,371)
<i>Const</i>	15,851 <sup>a</sup> (4,819)	4,573 <sup>a</sup> (1,653)	30,995 <sup>a</sup> (9,493)
$R^2$	0,720	0,780	0,600

*Примечания:* составлено автором при помощи программного обеспечения Stata 17; с помощью кластерного анализа и метода  $k$ -средних общая выборка регионов России поделена на три группы в зависимости от индекса социально-экономических условий инновационной деятельности; первая группа объединяет регионы с высоким индексом; вторая и третья группы — со средним и низким индексами соответственно; а — значимость на 1%-м уровне, b — значимость на 5%-м уровне, c — значимость на 10%-м уровне; стандартные кластеризованные ошибки регрессии представлены в скобках;  $i$  — индикатор регионов России;  $j$  — индикатор стран — торговых партнеров;  $t$  — индикатор времени.

Основной фокус нашего внимания — знаки коэффициентов перед переменной  $EPSI_{jt}$ . В случае первой подвыборки взаимосвязь положительная, тогда как для второй подвыборки свойственна отрицательная корреляция, а для третьей — коэффициент не значим на всех уровнях.

Данный результат подтверждает нашу гипотезу о критической роли социально-экономических условий инновационной деятельности в определении

знака влияния экологического регулирования. В случае первой группы стимулирующий эффект переходных климатических рисков может быть интерпретирован следующим образом: развитая инновационная среда региона позволяет компаниям эффективно реагировать на меры экологического регулирования, инициируемые странами — торговыми партнерами.

В самом деле, фирмы в данных регионах обладают большими возможно-

стями для внедрения и разработки экологических инноваций, технологий, качественного изменения продукции. Кроме того, так как существует корреляция между уровнем инновационности региона и производительностью компаний, фирмы могут наиболее эффективно интернализировать дополнительные затраты на защиту окружающей среды без ущерба для конкурентоспособности на международном рынке.

#### **4.4. Результаты оценки влияния: роль степени развитости региональной экологической политики**

Далее мы делим регионы в зависимости от рейтинга открытости к «зеленому курсу», который позволяет оценить степень развития региональной экологической политики. Первая подвыборка включает 17 регионов России — Сахалинская, Томская,

Свердловская области, Удмуртская Республика, ХМАО, ЯНАО. Во вторую подвыборку вошли 32 субъекта, например республики Башкортостан и Татарстан, Кемеровская область, Санкт-Петербург. В третьей группе 35 российских регионов, таких как Курганская и Челябинская области, Пермский край, Республика Дагестан.

Табл. 6 суммирует результаты оценок для трех подвыборок регионов России.

Наблюдаем, что коэффициенты перед переменной модели, отражающей строгость экологического регулирования стран — торговых партнеров, являются значимыми на 1 и 10%-м уровнях. Влияние переменной для первой подвыборки, для которой количество мер «зеленого курса» больше 6, число «прорывных» решений превышает 2, а «ложные» решения сведены к минимуму, строго положительное.

**Таблица 6. Результаты моделирования взаимосвязи между экологическим регулированием стран — торговых партнеров и объемами экспорта регионов России: роль экологической инициативы регионов**

**Table 6. Modeling results of the relationship between environmental regulation of trading partners and export volumes of Russian regions: the role of regional environmental initiatives**

Переменные	Группа 1	Группа 2	Группа 3
$IGRP_{it}$	1,393 <sup>a</sup> (0,168)	0,725 <sup>a</sup> (0,154)	0,842 <sup>a</sup> (0,210)
$IGDP_{jt}$	1,581 <sup>a</sup> (0,162)	0,914 <sup>a</sup> (0,075)	0,657 <sup>a</sup> (0,066)
$IP_{it}$	0,406 <sup>c</sup> (0,162)	-0,536 <sup>a</sup> (0,128)	-0,168 (0,145)
$IP_{jt}$	-0,056 (0,087)	0,115 (0,075)	-0,002 (0,045)
$IP_{jt}$	-2,415 <sup>a</sup> (0,133)	-1,129 <sup>a</sup> (0,103)	-1,560 <sup>a</sup> (0,130)
$B_{ij}$	0,933 <sup>a</sup> (0,187)	0,198 (0,081)	0,671 <sup>a</sup> (0,123)

## Окончание табл. 6

Переменные	Группа 1	Группа 2	Группа 3
$IL_i$	-0,484 <sup>a</sup> (0,060)	-0,060 (0,039)	-0,022 (0,039)
$IL_j$	-0,251 <sup>c</sup> (0,057)	-0,197 <sup>c</sup> (0,081)	0,030 (0,042)
$IMAB_{it}$	0,311 <sup>a</sup> (0,072)	0,224 <sup>a</sup> (0,042)	0,221 <sup>a</sup> (0,031)
$IPOT_{it}$	1,223 <sup>b</sup> (0,358)	0,961 <sup>a</sup> (0,143)	0,315 (0,207)
$LAT_{jt}$	0,240 (0,478)	0,174 (0,319)	0,584 (0,198)
$TS_{jt}$	-1,065 <sup>a</sup> (0,302)	-0,623 <sup>c</sup> (0,302)	-1,056 (0,245)
$IEPSI_{jt}$	0,765 <sup>c</sup> (0,352)	0,028 <sup>c</sup> (0,016)	-0,634 <sup>a</sup> (0,190)
<i>Const</i>	14,218 <sup>a</sup> (3,115)	4,527 <sup>c</sup> (1,861)	3,840 <sup>c</sup> (2,238)
$R^2$	0,740	0,630	0,590

*Примечания:* составлено автором при помощи программного обеспечения Stata 17; общая выборка регионов России поделена на три группы в зависимости от индекса открытости региона к «зеленому курсу»; первая группа объединяет регионы с высоким индексом; вторая и третья группы — со средним и низким индексами соответственно; а — значимость на 1%-м уровне; б — значимость на 5%-м уровне; с — значимость на 10%-м уровне; стандартные кластеризованные ошибки регрессии представлены в скобках;  $i$  — индикатор регионов России;  $j$  — индикатор стран — торговых партнеров;  $t$  — индикатор времени.

Положительный знак также наблюдается в случае второй подвыборки — у этих регионов присутствуют меры «зеленого курса», но количество «прорывных» решений находится на уровне 1.

В то же время для третьей группы, для которой свойственно отсутствие «прорывных» решений и наличие «ложных» решений, влияние строго отрицательное.

Таким образом, наличие или отсутствие экологических мер на уровне региона и степень развитости экологической политики способны определить знак влияния переходных климатических рисков на экспорт субъектов РФ. Подобная зависимость может быть определена следующим образом: влияние экологического

регулирования стран — торговых партнеров, которое зачастую направлено на активацию экологической политики другой стороны, обладает минимальным влиянием на регионы, в которых есть собственные экологические инициативы.

Причиной этого является соответствие продукции компаний большинству экологических требований и отсутствие необходимости уплачивать экологические тарифы, так как с помощью региональных мер экологического регулирования стоимость загрязнений уже учтена.

Кроме того, активная региональная экологическая политика может способствовать экспортной диверсификации и освоению новых рынков сбыта, что положи-

тельно сказывается на объемах экспорта. Еще одно преимущество активной региональной экологической политики в контексте переходных климатических рисков — уплата налогов и сборов в «свой» бюджет, а не в бюджет страны-импортера.

**4.5. Результаты оценки влияния: роль затрат региональных властей на защиту окружающей среды**

Наконец, мы проверяем гипотезу о решающей роли затрат бюджета ре-

гиона на защиту окружающей среды для определения знака влияния экологического регулирования на объемы экспорта.

Для этого мы делим все регионы России на две подвыборки: в первую группу вошли 20 субъектов, тогда как во вторую — 64.

В табл. 7 представлены коэффициенты, полученные путем оценки гравитационного уравнения для каждой подвыборки методом *ppml*.

**Таблица 7. Результаты моделирования взаимосвязи между экологическим регулированием стран — торговых партнеров и объемами экспорта регионов России: роль затрат бюджета на защиту окружающей среды**

**Table 7. Modeling results of the relationship between environmental regulation of trading partners and export volumes of Russian regions: the role of the budget expenditures on environmental protection**

Переменные	Группа 1	Группа 2
$IGRP_{it}$	1,179 <sup>a</sup> (0,187)	2,098 <sup>a</sup> (0,095)
$IGDP_{jt}$	0,961 <sup>a</sup> (0,066)	1,112 <sup>a</sup> (0,099)
$IP_{it}$	0,110 (0,128)	-1,529 <sup>a</sup> (0,089)
$IP_{jt}$	0,105 <sup>c</sup> (0,053)	0,035 (0,067)
$IP_{jt}$	-1,283 <sup>a</sup> (0,099)	-2,155 <sup>a</sup> (0,089)
$B_{ij}$	0,453 <sup>a</sup> (0,096)	0,239 (0,313)
$LL_i$	-0,113 <sup>a</sup> (0,033)	-0,072 <sup>c</sup> (0,035)
$LL_j$	-0,170 <sup>c</sup> (0,056)	-0,149 <sup>c</sup> (0,082)
$IMAB_{it}$	0,123 <sup>a</sup> (0,035)	0,062 <sup>c</sup> (0,031)
$IPOT_{it}$	0,134 <sup>b</sup> (0,078)	0,520 <sup>b</sup> (0,167)
$LAT_{jt}$	0,114 (0,248)	0,239 (0,313)

## Окончание табл. 7

Переменные	Группа 1	Группа 2
$TS_{jt}$	-0,641 <sup>b</sup> (0,239)	-0,855 <sup>c</sup> (0,330)
$lEPSI_{jt}$	0,076 (0,073)	-1,068 <sup>c</sup> (0,237)
$Const$	2,276 <sup>b</sup> (1,105)	7,939 <sup>a</sup> (1,959)
$R^2$	0,790	0,640

*Примечания:* составлено автором при помощи программного обеспечения Stata 17; с помощью кластерного анализа и метода  $k$ -средних общая выборка регионов России поделена на две группы в зависимости от затрат бюджета на защиту окружающей среды; первая группа объединяет регионы с высоким уровнем затрат; вторая группа — с низким; а — значимость на 1 %-м уровне; b — значимость на 5 %-м уровне; c — значимость на 10 %-м уровне; стандартные кластеризованные ошибки регрессии представлены в скобках;  $i$  — индикатор регионов России;  $j$  — индикатор стран — торговых партнеров;  $t$  — индикатор времени.

Результаты оценки модели показывают, что для случая регионов с высоким уровнем затрат бюджета на защиту окружающей среды коэффициент переменной  $EPSI_{jt}$  положительный, но незначимый, а для второй подвыборки — строго отрицательный и значимый на 10 %-м уровне.

Основываясь на исследовании Guo et al. [30], мы предполагали, что чем больше государство осуществляет затрат на защиту окружающей среды, тем большую помощь оно оказывает компаниям, покрывая затраты на разработку и интеграцию технологий, а также предоставляя субсидии, — выдвинутую гипотезу не удалось подтвердить. Незначимость результата может быть связана с неэффективным использованием бюджетных средств или неэффективным распределением ресурсов между компаниями.

## 5. Обсуждение

Исследование представляет ценность с точки зрения определенного вклада в данную проблематику, так как предшествующие работы, во-первых, не применяли эконометрический инструментарий для оценки влияния

климатического регулирования на результативность экспорта; во-вторых, фокусировались лишь на некоторых странах-импортерах и экспортирующих регионах; в-третьих, не учитывали возможность гетерогенности эффекта и не выявляли факторы, способные определить влияние климатического регулирования [12; 32; 37].

Результаты эконометрического анализа влияния строгости мер экологического регулирования стран-импортеров на объемы экспорта регионов России продемонстрировали, что эффект варьируется от региона к региону и определяется рядом региональных характеристик: социально-экономическими условиями инновационной деятельности и степенью развитости региональной экологической политики. Так, высокий инновационный потенциал и активная региональная экологическая политика позволяют регионам наиболее эффективно реагировать на увеличение степени строгости экологического регулирования стран-импортеров.

Результаты об отрицательной взаимосвязи между экологическим регулированием стран-партнеров и объемами

экспорта, полученные на основе данных по всем регионам России, соотносятся с результатами исследования Makarov et al. [37]. Наши эмпирические оценки подтверждают выводы авторов, сделанные на основе статистического анализа внешнеэкономической деятельности регионов России. Выводы авторов охватывают регионы России, специализирующиеся на экспорте экологически чувствительной продукции, тогда как наше исследование анализирует все субъекты РФ и берет во внимание различную экспортную специализацию.

Полученные выводы о наличии положительной корреляции между переменной для строгости экологического регулирования и объемами экспорта регионов России с высоким индексом социально-экономических условий инновационной деятельности подтверждают выводы Costantini & Mazzanti [29], полученные на данных по Европейскому союзу, о решающей роли инновационного потенциала в формировании стимулирующего эффекта экологического регулирования для объемов внешнеэкономической деятельности. Существенное отличие состоит в том, что данное исследование фокусируется на условиях инновационной деятельности.

Было выявлено, что развитая региональная экологическая политика обеспечивает стимулирующий эффект климатического регулирования для объемов экспорта ряда регионов России. Данный результат исследования подтверждает выводы Wang et al. [31] о важной роли строгости национальной экологической политики для поддержания уровня экспорта в условиях переходных климатических рисков.

Для нашего исследования свойственен ряд ограничений: в условиях высокой геополитической напряженности гравитационная модель междуна-

родной торговли может демонстрировать меньшую эффективность при анализе динамики внешнеэкономической деятельности, так как традиционные гравитационные переменные (дистанция, объемы ВВП, численность населения) выходят на второй план; отсутствует возможность включить в модель симметричные переменные для строгости экологического регулирования на уровне стран — торговых партнеров и российских регионов.

## 6. Заключение

Национальная экологическая политика может выходить за рамки государства, что предполагает использование торговых инструментов экологического регулирования. Подобного рода механизмы ограничивают конкурентоспособность стран, которые ведут менее активную экологическую политику, и вынуждают их придерживаться определенных экологических принципов.

Меры экологического регулирования могут быть причиной неизбежного сокращения экспорта, но большинство эмпирических исследований продемонстрировали противоположный эффект. Однако проявление стимулирующего эффекта зависит от ряда факторов: уровня инновационности, развитости национальной экологической политики, а также поддержки со стороны государства.

Исследование было направлено на оценку влияния климатического регулирования торговых партнеров на объемы экспорта регионов России, а также выявление региональных характеристик, обуславливающих эффект экологической политики.

Выполнение цели исследования стало возможным путем модификации традиционного гравитационного уравнения международной торговли и его адаптации для целей анализа динамики экспор-

та регионов России. Роль таких региональных характеристик, как уровень инновационности, степень развитости экологической политики, величина затрат бюджета на защиту окружающей среды, была определена путем деления регионов России на подвыборки с помощью кластерного анализа и оценки гравитационного уравнения для каждой подгруппы методом *ppml*.

В случае российской экономики наблюдается отрицательная взаимосвязь между строгостью экологического регулирования торговых партнеров и объемами экспорта, однако стимулирующий эффект наблюдается в случае регионов с благоприятной инновационной средой и активной экологической политикой.

Ключевая гипотеза о гетерогенном характере влияния климатического регулирования на объемы экспорта регионов России была подтверждена. Исследование также констатировало, что эффект определяется рядом региональных характеристик, однако не удалось найти эмпирического подтверждения гипотезы о важной роли затрат региональных бюджетов на защиту окружающей среды для обеспечения стимулирующего эффекта.

Таким образом для того, чтобы наблюдался стимулирующий эффект мер экологического реагирования для объемов экспорта, необходимо обратить должное внимание на создании наиболее благоприятной инновационной среды региона. Так, меры государственной политики должны быть направлены на введение новых мощностей и обновление фондов на предприятиях, развитие образовательного потенциала региона через увеличение количества студентов, особенно обучающихся по инженерным направлениям, обеспечение непрерывного образования кадров, развитие инфраструктуры для развертывания полномасштабного процесса цифровизации.

В контексте полученных результатов, второй блок рекомендаций может быть направлен на совершенствование национальной экологической политики России и формирование наиболее эффективной политики на уровне регионов. Отправной точкой в вопросе перестройки национальной и региональных экологических политик выступает выдвижение экологической повестки на первый план и закрепление идеи о необходимости формирования национального и регионального вклада в достижение углеродной нейтральности мира. Основным инструментом в достижении данной цели выступает информирование и развитие экологической культуры.

Следующий шаг — это корректировка существующих и постановка новых национальных и региональных экологических целей. Неотъемлемая часть эффективной экологической политики — это обозначение количественных целей, предполагающих активное использование инструментов регулирования. Так, например, современные экологические цели России не предполагают активных действий и достигаются автоматически, поэтому у властей отсутствует мотивация для развития экологической политики. Также важно, чтобы регионы устанавливали цели, исходя из своей специфики, например учитывали специализацию и экологический потенциал. На современном этапе большинство регионов «копируют» национальные цели.

Вопрос выбора инструмента экологического регулирования стоит наиболее остро в контексте строгого экологического регулирования стран — торговых партнеров регионов России. Командно-административные механизмы экологического регулирования являются наиболее распространенными в России. Однако они не обладают должной эффективностью, поэтому фокус экологи-



ческой политики должен быть смещен на экономические инструменты, в том числе фискальные. Выбор экономического инструмента экологического регулирования на уровне регионов также должен определяться региональными характеристиками, т. е. специализацией, институциональной средой и фискальной структурой.

Экологическое регулирование должно затрагивать все регионы России: наиболее эффективные и инновационные регионы будут предпринимать действия по сокращению загрязнений, тогда как наименее эффективные регионы будут платить за то, чтобы оставаться «грязными», что будет пополнять государственный бюджет, который в последующем может быть также направлен на решение экологических вопросов.

Теоретическая ценность исследования обуславливается следующими фактами: во-первых, исследование подтвердило, что гравитационная модель международной торговли является эффективным инструментом анализа динамики внешнеэкономической деятельности регионов России; во-вторых, мы к выводу о том, что глобальная климатическая повестка также является детерминантой экспорта субъектов РФ.

Данная работа представляет практическую ценность для региональных органов власти, нацеленных на увеличение объемов экспорта субъектов РФ в условиях высоких переходных климатических рисков. Исследование выявляет региональные характеристики, воздействуя на которые власти способны трансформировать риски в возможности роста.

#### Список использованных источников

1. *Bernard A., Jensen B.* Exporters, jobs and wages in U.S. manufacturing: 1976–1987 // *Brookings Papers on Economic Activity Microeconomics*. 1995. Vol. 67. Pp. 67–119. <https://doi.org/10.2307/2534772>
2. *Greenaway D., Kneller R.* Exporting and productivity in the United Kingdom // *Oxford Review of Economic Policy*. 2004. Vol. 20, Issue 3. Pp. 358–371. <https://doi.org/10.1093/oxrep/grh021>
3. *Melitz M.* The Impact of trade on intra-industry reallocations and aggregate industry productivity // *Econometrica*. 2003. Vol. 71, Issue 6. Pp. 1695–1725. <https://doi.org/10.1111/1468-0262.00467>
4. *Глазатова М., Данильцев А.* Основные тенденции в развитии мировой торговли и структурные особенности российского экспорта // *Журнал Новой Экономической Ассоциации*. 2020. № 1 (45). С. 183–192. <https://doi.org/10.31737/2221-2264-2020-45-1-8>
5. *Copeland B., Taylor M.* Trade, spatial separation, and the environment // *Journal of International Economics*. 1999. Vol. 47, Issue 1. Pp. 137–168. [https://doi.org/10.1016/S0022-1996\(98\)00020-8](https://doi.org/10.1016/S0022-1996(98)00020-8)
6. *Nordhaus W.* Climate clubs: overcoming free-riding in international climate policy // *American Economic Review*. 2015. Vol. 105, No. 4. Pp. 1339–1370. <https://doi.org/10.1257/aer.15000001>
7. *Copeland B.* Pollution content tariffs, environmental rent shifting, and the control of cross-border pollution // *Journal of International Economics*. 1996. Vol. 40, Issue 3–4. Pp. 459–476. [https://doi.org/10.1016/0022-1996\(95\)01415-2](https://doi.org/10.1016/0022-1996(95)01415-2)
8. *Acemoglu D., Aghion P., Hemous D.* The environment and directed technical change in a North–South model // *Oxford Review of Economic Policy*. 2014. Vol. 30. Pp. 513–530. <https://www.doi.org/10.1093/OXREP/GRU031>
9. *Ederington J.* Is environmental policy a secondary trade barrier? An empirical analysis // *Canadian Journal of Economics*. 2004. Vol. 36. Issue 1. Pp. 137–154. <https://doi.org/10.1111/1540-5982.00007>

10. *Aichele R., Felbermayr G.* Kyoto and carbon leakage: an empirical analysis of the carbon content of bilateral trade // *Review of Economics and Statistics*. 2015. Vol. 97, Issue 1. Pp. 104–115. [https://doi.org/10.1162/REST\\_a\\_00438](https://doi.org/10.1162/REST_a_00438)
11. *Jacob M.* Why carbon leakage matters and what can be done against it // *One Earth*. 2021. Vol. 4, Issue 5. Pp. 609–614. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.04.010>
12. *Макаров И., Соколова А.* Оценка углеродоемкости внешней торговли России // *Higher School of Economics Economic Journal*. 2014. Т. 18, № 3. С. 477–507. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22490928>
13. *Huang H., Labys W.* Environment and trade: a review of issues and methods // *International Journal of Global Environmental Issues*. 2002. Vol. 2, No. 1–2. Pp. 100–160. <https://doi.org/10.1504/IJGENVI.2002.000989>
14. *Porter M., Linde C.* Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship // *Journal of Economic Perspectives*. 1995. Vol. 9, No. 4. Pp. 97–118. <https://doi.org/10.1257/JEP.9.4.97>
15. *Caldwell L.* Environment: a new focus for public policy? // *Public Administration Review*. 1963. Vol. 23, No. 3. Pp. 132–139. <https://doi.org/10.2307/973837>
16. *Goulder L., Parry I.* Instrument choice in environmental policy // *Review of Environmental Economics and Policy*. 2008. Vol. 2, No. 2. <https://doi.org/10.1093/reep/ren005>
17. *Helm D., Pearce D.* Assessment: economic policy towards the environment // *Oxford Review of Economic Policy*. 1990. Vol. 6, Issue 1. Pp. 1–16. <https://doi.org/10.1093/oxrep/6.1.1>
18. *Pothen F., Hubler M.* The interaction of climate and trade policy // *European Economic Review*. 2018. Vol. 107. Pp. 1–26. <https://doi.org/10.1016/J.EUROCOREV.2018.04.004>
19. *Konisky D.* Regulator attitudes and the environmental race to the bottom argument // *Journal of Public Administration Research and Theory*. 2008. Vol. 18, Issue 2. Pp. 321–344. <https://doi.org/10.1093/jopart/mum018>
20. *Krutilla K.* Environmental regulation in an open economy // *Journal of Environmental Economics and Management*. 1991. Vol. 20, Issue 2. Pp. 127–142. [https://doi.org/10.1016/0095-0696\(91\)90046-L](https://doi.org/10.1016/0095-0696(91)90046-L)
21. *LeClair M., Franceschi D.* Externalities in international Trade: the case for differential tariffs // *Ecological Economics*. 2006. Vol. 58, Issue 3. Pp. 462–472. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.07.021>
22. *Xu X.* International trade and environmental regulation: time series evidence and cross section test // *Environmental and Resource Economics*. 2000. Vol. 17, Issue 3. Pp. 233–257. <https://doi.org/10.1023/A:1026428806818>
23. *Pethig R.* Pollution, welfare, and environmental policy in the theory of comparative advantage // *Journal of Environmental Economics and Management*. 1976. Vol. 2, Issue 3. Pp. 160–169. [https://doi.org/10.1016/0095-0696\(76\)90031-0](https://doi.org/10.1016/0095-0696(76)90031-0)
24. *Tsurumi T., Managi S., Hibiki A.* Do environmental regulations increase bilateral trade flows? // *Journal of Economic Analysis and Policy*. 2015. Vol. 15, Issue 4. Pp. 1549–1577. <https://doi.org/10.1515/BEJEAP-2014-0164>
25. *Cagatay S., Mihci H.* Degree of environmental stringency and the impact on trade patterns // *Journal of Economic Studies*. 2006. Vol. 33, Issue 1. Pp. 30–51. <https://doi.org/10.1108/01443580610639884>
26. *Tobey J.* The effects of domestic environmental policies of patterns of world trade: an empirical test // *Kyklos*. 1990. Vol. 43, Issue 2. Pp. 191–209. <https://doi.org/10.1111/J.1467-6435.1990.TB00207.X>
27. *Van Beers C., Ven den Bergh J.* An empirical multi-country analysis of the impact of environmental regulations on foreign trade flow // *Kyklos*. 1997. Vol. 50, Issue 1. Pp. 29–46. <https://doi.org/10.1111/1467-6435.00002>
28. *Forslid R., Toshihiro O., Ulltveit-Moe K.* Why are firms that export cleaner? International trade, abatement and environmental emissions // *Journal of Environmental Economics and Management*. 2018. Vol. 91. Pp. 166–183. <https://doi.org/10.1016/J.JEEM.2018.07.006>

29. *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*. 2012. Vol. 41, Issue 1. Pp. 132–153. <https://doi.org/10.1016/J.RESPOL.2011.08.004>
30. *Guo Y., Xia X., Zhang S., Zhang D.* Environmental regulation, government R&D funding and green technology innovation: evidence from China provincial data // *Sustainability*. 2018. Vol. 10, Issue 4. 940. <https://doi.org/10.3390/su10040940>
31. *Wang Z., Zhang B., Zeng H.* The effect of environmental regulation on external trade: empirical evidences from Chinese economy // *Journal of Cleaner Production*. 2015. Vol. 114. Pp. 55–61. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.07.148>
32. *Макаров И., Чен. Х., Пальцев С.* Последствия Парижского климатического соглашения для экономики России // *Вопросы экономики*. 2018. № 4. С. 76–94. <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2018-4-76-94>
33. *Yotov Y., Piermartini R., Monteiro A., Larch M.* An Advanced Guide to Trade Policy Analysis: The Structural Gravity Model. World Trade Organization, 2016. 142 p. <https://doi.org/10.30875/ABC0167E-EN>
34. *Shepherd B.* The Gravity Model of International Trade: A User Guide. United Nations Publication, 2013. 76 p. URL: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:40461468>
35. *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>
36. *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>
37. *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>

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

### Соколова Юлия Дмитриевна

Инженер-исследователь лаборатории экономической политики и природных ресурсов Института экономики и управления Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия (620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19); ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5991-3061> e-mail: [yu.sokolova1999@gmail.com](mailto:yu.sokolova1999@gmail.com)

## БЛАГОДАРНОСТИ

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».



## ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ

Соколова Ю. Д. Моделирование взаимосвязи климатического регулирования торговых партнеров и объемов экспорта: анализ регионов России // *Journal of Applied Economic Research*. 2023. Т. 22, № 4. С. 975–1005. <https://doi.org/10.15826/vestnik.2023.22.4.038>

## ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ


Дата поступления 17 августа 2023 г.; дата поступления после рецензирования 4 сентября 2023 г.; дата принятия к печати 20 сентября 2023 г.

# Modeling of the Nexus Between Environmental Regulations of Trade Partners and Export Volumes: Analysis of Russian Regions

Yulia D. Sokolova  

Ural Federal University

named after the First President of Russia B. N. Yeltsin,  
Yekaterinburg, Russia

 [yu.sokolova1999@gmail.com](mailto:yu.sokolova1999@gmail.com)

**Abstract.** Export development is one of the priorities of the Russian economy. Exporters and companies planning to enter the international market face a number of limiting factors. Transitional climate risks, mainly represented by trading partner countries' environmental regulation aimed at internalizing national and global negative environmental externalities, are also among these factors. However, the global climate agenda can not only have a negative impact on export performance, but also generate growth opportunities. The purpose of this study is the econometric modeling of the impact of environmental regulation of trading partner countries on the dynamics of export volumes of Russia's regions based on data for the period of 2013–2020. In addition, the study is aimed at identifying regional factors that determine the sign of the influence of climate regulation of importing countries on export volumes. The study assumes that the effect of climate regulation on export performance is different for the regions of Russia and is determined by institutional and environmental characteristics. The estimation of the gravity equation using the Poisson pseudo-maximum likelihood method for different subsamples of Russia's regions demonstrated that the stringency of environmental regulation of the partner countries is negatively related to the volumes of Russian exports, but there is a positive correlation in the case of regions characterized by favorable conditions for innovation activity and active environmental policy. It was also detected that the regional budget spending on environmental protection do not provide a stimulating effect of climate regulations. Thus, in order to minimize the negative impact of transitional climate risks, special attention of the state should be paid to creating an environment conducive to innovation and the formation of the most effective environmental policy at the regional and national levels. The theoretical significance of the study lies in expanding the traditional gravity model by including the environmental determinants of trade, while the practical significance of the work is represented by recommendations to regional authorities on minimizing the negative impact of transitional climate risks.

**Key words:** Russian regions; export; environmental regulation; conditions for innovation activity; gravity model of international trade; poisson pseudo-maximum likelihood method.

JEL F14, F18, F64

## References

1. Bernard, A., Jensen, B. (1995). Exporters, jobs and wages in U.S. manufacturing: 1976–1987. *Brookings Papers on Economic Activity Microeconomics*, Vol. 67, 67–119. <https://doi.org/10.2307/2534772>
2. Greenaway, D., Kneller, R. (2004). Exporting and productivity in the United Kingdom. *Oxford Review of Economic Policy*, Vol. 20, Issue 3, 358–371. <https://doi.org/10.1093/oxrep/grh021>
3. Melitz, M. (2003). The Impact of trade on intra-industry reallocations and aggregate industry productivity. *Econometrica*, Vol. 71, Issue 6, 1695–1725. <https://doi.org/10.1111/1468-0262.00467>

4. Glazatova, M., Daniltsev, A. (2020). Main trends in the development of world trade and structural features of Russian exports. *Journal of the New Economic Association*, No. 1, 183–192. (In Russ.). <https://www.doi.org/10.31737/2221-2264-2020-45-1-8>
5. Copeland, B., Taylor, M. (1999). Trade, spatial separation, and the environment. *Journal of International Economics*, Vol. 47, Issue 1, 137–168. [https://doi.org/10.1016/S0022-1996\(98\)00020-8](https://doi.org/10.1016/S0022-1996(98)00020-8)
6. Nordhaus, W. (2015). Climate clubs: overcoming free-riding in international climate policy. *American Economic Review*, Vol. 105, No. 4, 1339–1370. <https://doi.org/10.1257/aer.15000001>
7. Copeland, B. (1996). Pollution content tariffs, environmental rent shifting, and the control of cross-border pollution. *Journal of International Economics*, Vol. 40, Issue 3–4, 459–476. [https://doi.org/10.1016/0022-1996\(95\)01415-2](https://doi.org/10.1016/0022-1996(95)01415-2)
8. Acemoglu, D., Aghion, P., Hemous, D. The environment and directed technical change in a North–South model. *Oxford Review of Economic Policy*, Vol. 30, 513–530. <https://www.doi.org/10.1093/OXREP/GRU031>
9. Ederington, J. (2004). Is environmental policy a secondary trade barrier? An empirical analysis. *Canadian Journal of Economics*, Vol. 36. Issue 1, 137–154. <https://doi.org/10.1111/1540-5982.00007>
10. Aichele, R., Felbermayr, G. (2015). Kyoto and carbon leakage: an empirical analysis of the carbon content of bilateral trade. *Review of Economics and Statistics*, Vol. 97, Issue 1, 104–115. [https://doi.org/10.1162/REST\\_a\\_00438](https://doi.org/10.1162/REST_a_00438)
11. Jacob, M. (2021). Why carbon leakage matters and what can be done against it. *One Earth*, Vol. 4, Issue 5, 609–614. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.04.010>
12. Makarov, I., Sokolova, A. (2014). Assessment of carbon intensity of Russian foreign trade. *Higher School of Economics Economic Journal*, Vol. 18, No. 3. Pp. 477–507. (In Russ.). Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22490928>
13. Huang, H., Labys, W. (2002). Environment and trade: a review of issues and methods. *International Journal of Global Environmental Issues*, Vol. 2, No. 1–2, 100–160. <https://doi.org/10.1504/IJGENVI.2002.000989>
14. Porter, M., Linde, C. (1995). Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 9, No. 4, 97–118. <https://doi.org/10.1257/JEP.9.4.97>
15. Caldwell, L. (1963). Environment: a new focus for public policy? *Public Administration Review*, Vol. 23, No. 3, 132–139. <https://doi.org/10.2307/973837>
16. Goulder, L., Parry, I. (2008). Instrument choice in environmental policy. *Review of Environmental Economics and Policy*, Vol. 2, No. 2, <https://doi.org/10.1093/reep/ren005>
17. Helm, D., Pearce, D. (1990). Assessment: economic policy towards the environment. *Oxford Review of Economic Policy*, Vol. 6, Issue 1, 1–16. <https://doi.org/10.1093/oxrep/6.1.1>
18. Pothen, F., Hubler, M. (2018). The interaction of climate and trade policy. *European Economic Review*, Vol. 107, 1–26. <https://doi.org/10.1016/J.EUROCOREV.2018.04.004>
19. Konisky, D. (2008). Regulator attitudes and the environmental race to the bottom argument. *Journal of Public Administration Research and Theory*, Vol. 18, Issue 2, 321–344. <https://doi.org/10.1093/jopart/mum018>
20. Krutilla, K. (1991). Environmental regulation in an open economy. *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 20. Issue 2, 127–142. [https://doi.org/10.1016/0095-0696\(91\)90046-L](https://doi.org/10.1016/0095-0696(91)90046-L)
21. LeClair, M., Franceschi, D. (2006). Externalities in international Trade: the case for differential tariffs. *Ecological Economics*, Vol. 58, Issue 3, 462–472. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.07.021>
22. Xu, X. (2000). International trade and environmental regulation: time series evidence and cross section test. *Environmental and Resource Economics*, Vol. 17, Issue 3, 233–257. <https://doi.org/10.1023/A:1026428806818>

23. Pethig, R. (1976). Pollution, welfare, and environmental policy in the theory of comparative advantage. *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 2, Issue 3, 160–169. [https://doi.org/10.1016/0095-0696\(76\)90031-0](https://doi.org/10.1016/0095-0696(76)90031-0)
24. Tsurumi, T., Managi, S., Hibiki, A. (2015). Do environmental regulations increase bilateral trade flows? *Journal of Economic Analysis and Policy*, Vol. 15, Issue 4, 1549–1577. <https://doi.org/10.1515/BEJEAP-2014-0164>
25. Cagatay, S., Mihci, H. (2006). Degree of environmental stringency and the impact on trade patterns. *Journal of Economic Studies*, Vol. 33, Issue 1, 30–51. <https://doi.org/10.1108/01443580610639884>
26. Tobey, J. (1990). The effects of domestic environmental policies of patterns of world trade: an empirical test. *Kyklos*, Vol. 43, Issue 2, 191–209. <https://doi.org/10.1111/J.1467-6435.1990.TB00207.X>
27. Van Beers, C., Ven den Bergh, J. (1997). An empirical multi-country analysis of the impact of environmental regulations on foreign trade flow. *Kyklos*, Vol. 50, Issue 1, 29–46. <https://doi.org/10.1111/1467-6435.00002>
28. Forslid, R., Toshihiro, O., Ulltveit-Moe, K. (2018). Why are firms that export cleaner? International trade, abatement and environmental emissions. *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 91, 166–183. <https://doi.org/10.1016/J.JEEM.2018.07.006>
29. Costantini, V., Mazzanti, M. (2012). On the green and innovative side of trade competitiveness? The impact of environmental policies and innovation on EU exports. *Research Policy*, Vol. 41, Issue 1, 132–153. <https://doi.org/10.1016/J.RESPOL.2011.08.004>
30. Guo, Y, Xia, X, Zhang, S, Zhang, D. (2018). Environmental regulation, government R&D funding and green technology innovation: evidence from China provincial data. *Sustainability*, Vol. 10, Issue 4, 940. <https://doi.org/10.3390/su10040940>
31. Wang, Z., Zhang, B., Zeng, H. (2015). The effect of environmental regulation on external trade: empirical evidences from Chinese economy. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 114, 55–61. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.07.148>
32. Makarov, I., Chen, H., Paltsev, S. (2018). Impacts of Paris Agreement on Russian economy. *Voprosy Ekonomiki*, Issue 4, 76–94. (In Russ.). <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2018-4-76-94>
33. Yotov, Y., Piermartini, R., Monteiro, A., Larch, M. (2016). *An Advanced Guide to Trade Policy Analysis: The Structural Gravity Model*. World Trade Organization, 142 p. <https://doi.org/10.30875/ABC0167E-EN>
34. Shepherd, B. (2013). *The Gravity Model of International Trade: A User Guide*. United Nations Publication, 76 p. Available at: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:40461468>
35. Correia, S., Guimaraes, P., Zylkin, T. (2019). Fast Poisson estimation with high-dimensional fixed effects. *The Stata Journal*, Vol. 20, Issue 1, 95–115. <https://doi.org/10.1177/1536867X20909691>
36. Syropoulos, C., Felbermayr, G., Kirilakha, A., Yalcin, E., Yotov, Y.V. (2023). The global sanctions data base release 3: COVID-19, Russia, and multilateral sanctions. *Review of International Economics*. <https://doi.org/10.1111/roie.12691>
37. Makarov, I., Chen, H., Paltsev, S. (2020). Impacts of climate change policies worldwide on the Russian economy. *Climate Policy*, Vol. 20, Issue 10, 1242–1256. <https://doi.org/10.1080/14693062.2020.1781047>

## INFORMATION ABOUT AUTHOR

### Yulia Dmitrievna Sokolova

Research Engineer, Natural Resources Policy Laboratory, Graduate School of Economics and Management, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia (620002, Yekaterinburg, Mira street, 19); ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5991-3061> e-mail: [yu.sokolova1999@gmail.com](mailto:yu.sokolova1999@gmail.com)

## ACKNOWLEDGMENTS

The research funding from the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (Ural Federal University Program of Development within the Priority-2030 Program) is gratefully acknowledged.

## FOR CITATION

Sokolova, Yu.D. (2023). Modeling of the Nexus Between Environmental Regulations of Trade Partners and Export Volumes: Analysis of Russian Regions. *Journal of Applied Economic Research*, Vol. 22, No. 4, 975–1005. <https://doi.org/10.15826/vestnik.2023.22.4.038>

## ARTICLE INFO

Received August 17, 2023; Revised September 4, 2023; Accepted September 20, 2023.

