

Исследование взаимосвязей внешней торговли и качества окружающей среды: существующие подходы и апробация гравитационного моделирования

Анна Вячеславовна Швед

Белорусский государственный экономический университет, г. Минск, Республика Беларусь

Цель настоящего исследования заключается в обобщении автором подходов и методов к оценке наличия, выявления форм и видов взаимосвязей между характеристиками качества окружающей среды и международной торговли, а также апробации гравитационной теории торговли в качестве такого метода (на примере Республики Беларусь).

Автором изучены современные работы экономической направленности, посвященные исследованию влияния либерализации торговли на загрязнение окружающей среды, рассмотрению гипотезы «убежища для загрязнения», экологической кривой Кузнецца, гипотезы Портера и др., а также исследования, направленные на подтверждение либо опровержение указанных гипотез, систематизированы современные подходы к оценке взаимосвязей между показателями внешней торговли и экологическими индикаторами.

На основе панельных данных за период с 1995 по 2019 г. автором построены гравитационные модели внешней торговли (отдельно для экспорта и для импорта) Республики Беларусь со странами-партнерами по ЕАЭС и странами-соседями (Литва, Латвия, Польша, Украина) с учетом воздействия на окружающую среду (в качестве прокси-переменной загрязнения использован объем эмиссии углекислого газа). Результаты моделирования подтвердили теоретические положения гравитационной теории. Кроме того, выявлено существенное влияние увеличения эмиссии углекислого газа стран–торговых партнеров Республики Беларусь на ее импорт.

Ключевые слова: экологическая кривая Кузнецца, гипотеза «убежища для загрязнения», гипотеза Портера, выбросы, загрязнение, экспорт, импорт, гравитационная модель торговли.

JEL: F14, F15, F17, C33, C51, Q53.

doi: <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2021-28-6-69-78>.

Для цитирования: Швед А.В. Исследование взаимосвязей внешней торговли и качества окружающей среды: существующие подходы и апробация гравитационного моделирования. Вопросы статистики. 2021;28(6):69–78.

Investigation of the Relations Between Foreign Trade and Characteristics of Environmental Quality: Existing Approaches and Approbation of Gravity Modeling

Anna V. Shved

Belarus State Economic University, Minsk, Republic of Belarus

The purpose of this study is for the author to summarize approaches and methods for assessing availability, identifying forms and types of relations between characteristics of environmental quality and international trade, and also to test the gravity theory of trade as such a method (on the example of the Republic of Belarus).

The author has investigated modern economic works devoted to the study of the influence of trade liberalization on environmental pollution, the pollution haven hypothesis, the environmental Kuznets curve, the Porter hypothesis, etc., as well as the studies aimed at confirming or refuting these hypotheses, has systematized modern approaches to assessing the relations between trade and environmental indicators.

Based on the panel data for the period from 1995 to 2019, the author has constructed the gravity models of trade (separately for export and import) of the Republic of Belarus with the EAEU partner countries and neighboring countries (Lithuania, Latvia, Poland, Ukraine), taking into account the environmental impact (the carbon dioxide emissions as the proxy variable of pollution). The simulation results have confirmed the theoretical provisions of the gravity theory. In addition, a significant effect of an increase in carbon dioxide emissions of countries – trade partners of the Republic of Belarus on its imports has been revealed.

Keywords: environmental Kuznets curve, pollution haven hypothesis, Porter hypothesis, emissions, pollution, export, import, gravity model of international trade.

JEL: F14, F15, F17, C33, C51, Q53.

doi: <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2021-28-6-69-78>.

For citation: Shved A.V. Investigation of the Relations Between Foreign Trade and Characteristics of Environmental Quality: Existing Approaches and Approbation of Gravity Modeling. *Voprosy Statistiki*. 2021;28(6):69–78. (In Russ.)

В настоящее время в экономической литературе представлен ряд гипотез о наличии, форме и видах взаимосвязей между состоянием окружающей среды, открытостью экономики, наличием соглашений о свободной торговле, уровнем

экономического развития и др. Схема предполагаемой причинно-следственной связи между внешней торговлей и состоянием окружающей среды представлена на рисунке.

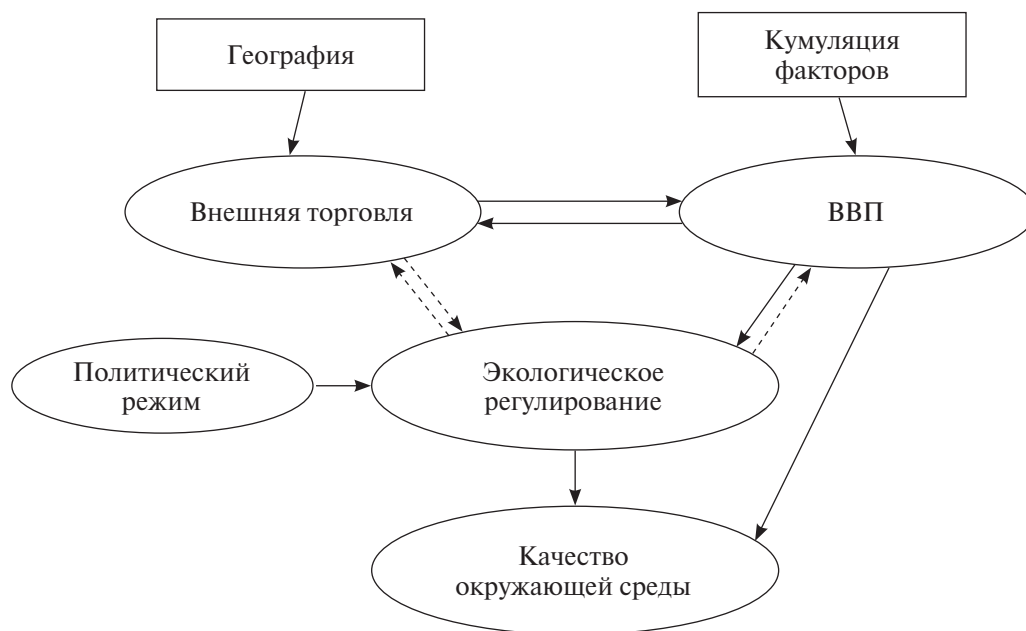


Рисунок. Схематическое представление причинно-следственной связи между внешней торговлей и состоянием окружающей среды

Источник: авторская разработка на основании [1–14; 22].

Рассмотрим более подробно суть наиболее распространенных и широко обсуждаемых в современной литературе гипотез.

Экологическая кривая Кузнецца (ЭКК) впервые предложена в 1955 г. В основе концепции ЭКК лежит представление о том, что по мере экономического роста на ранних стадиях индустриального развития происходит деградация окружающей среды, затем, после определенной точки, дальнейший экономический рост вызывает улучшение состояния окружающей среды. Гипотеза ЭКК неоднократно подтверждалась рядом эмпирических исследований, в которых применялись схожие подходы к формированию исходного массива данных и их

анализу. Так, в большинстве исследований предпочтение отдавалось кросс-секционным панельным данным.

В приведенном виде модель зависимости уровня загрязнения/нагрузки на экологию от дохода и иных факторов имеет вид [1, с. 440]:

$$y_{it} = a_i + \beta_1 x_{it} + \beta_2 x_{it}^2 + \beta_3 x_{it}^3 + \beta_4 z_{it} + \varepsilon_{it}, \quad (1)$$

где y_{it} — показатель качества окружающей среды i -й страны в период времени t ; x_{it} — характеристика дохода i -й страны в период времени t ; z_{it} — иные факторы, оказывающие влияние на ухудшение качества окружающей среды i -й страны в период времени t ; β_k — коэффициенты при k объясняющих переменных.

Исходя из знаков при коэффициентах β_k , а также их значений определяется форма и направление зависимости качества окружающей среды от уровня экономического развития: отсутствие зависимости; монотонно возрастающая либо убывающая зависимость; U-образная зависимость; перевернутая U-образная зависимость, то есть ЭКК; прямая либо обратная зависимость вида полинома третьего порядка или N-образной фигуры.

Для подтверждения гипотезы о существовании ЭКК необходимо полное соответствие полученных результатов случаю перевернутой U-образной зависимости. Экстремальная точка ЭКК определяется соотношением $\frac{\beta_1}{2\beta_2}$.

Данная гипотеза подтверждена в ряде случаев в некоторых практических исследованиях, вместе с тем для отдельных загрязнителей либо объектов исследований (стран, регионов), результаты могут быть противоречивыми, т.к. они во многом зависят от метода оценки [2; 3].

Гипотеза «убежища для загрязнения» гласит о том, что предприятия, стремясь избежать затрат на строгие экологические нормы, а также высоких цен на энергоносители, предпочитают размещать производство преимущественно в развивающихся странах с низкими экологическими стандартами и слабым экологическим регулированием. По результатам эмпирических исследований, однако, однозначно подтвердить либо опровергнуть достоверность указанной гипотезы ученым пока не удалось [4–7].

Гипотеза «гонка на дно», или гонки по нисходящей (race to the bottom hypothesis) гласит, что более открытые к международной торговле и инвестициям страны склонны применять менее строгие экологические стандарты с той целью, чтобы не допустить снижения конкурентоспособности и связанных с ней экономических потерь [8].

Противоположная приведенной выше гипотеза «гонка за первенство» (*race to the top hypothesis*) исходит из следующих предпосылок: интенсификация внешней торговли и повышение открытости стран способствует ужесточению международных экологических стандартов для производимых товаров, тем самым стимулируя технологические инновации и развитие инновационного менеджмента, а также повышение качества производимой продукции [9].

Гипотеза Портера заключается в следующем: ужесточение экологического регулирования

стимулирует технологические инновации и таким образом оказывает положительное влияние как на экономику, так и на окружающую среду (например, достижение экономии денежных средств за счет экономии энергии) [10]. Аналитическое обоснование данного подхода не совсем ясно. Так, не до конца понятно, все ли изменения в экологическом регулировании, независимо от их направленности, стимулируют инновации, либо это положение относится только к нормам защиты окружающей среды, либо же гипотеза справедлива именно для экологического сектора. Вместе с тем, данная гипотеза достаточно активно обсуждается в зарубежной экономической литературе [11–13], и по этой причине, по мнению автора, заслуживает упоминания.

Однако ни одна из упомянутых выше гипотез не нашла однозначного подтверждения либо опровержения в эмпирических исследованиях. Результаты, основанные на фактических данных, чаще всего противоречивы либо справедливы только частично. Это свидетельствует об актуальности темы и наличии дальнейших перспектив развития научных изысканий в данной сфере исследований.

Современные исследования взаимосвязей между экологическими параметрами и международной торговлей

В литературе теоретического характера встречаются противоречивые мнения о воздействии международной торговли на уровни загрязнения (см. таблицу 1). Так, ученые Б. Копеланд и М.С. Тейлор пришли к выводу, что либерализация торговли может привести как к росту, так и к снижению загрязнения в зависимости от различий в доходах стран, проводящих политику либерализации [14]. М. Коул и Р. Эллиотт предположили, что проведение политики либерализации для стимулирования торговли между странами с различиями в экологической политике приводит к увеличению выбросов [15]. Модели либерализации торговли, использующие различия в фондах для организации торговли, чаще приводят к снижению выбросов. Перечисленные взаимоисключающие результаты свидетельствуют о необходимости проведения эмпирических исследований влияния международной торговли на выбросы загрязняющих веществ.

Таблица 1

Исследования взаимосвязей международной торговли и экологических параметров

Авторы	Предпосылки/ гипотезы/ допущения	Задачи исследований	Модели	Переменные	Результаты
Б. Копеланд и М.С. Тейлор (B. Copeland and M.Sc. Taylor, 1995)	Качество окружающей среды – общественное благо, предложение которого зависит от сформированных торговых цен и доходов	Каким образом свободная торговля товарами и разрешениями на выбросы вредных веществ влияют на благополучие и уровни загрязнения	Статическая двухрегиональная модель общего равновесия (условные регионы – Север и Юг стран, отличающиеся только эффективностью труда)	Модель теоретическая, включены: производство товаров, затраты труда, доходы, цена разрешения на загрязнение. Загрязнение является негативным фактором, приносящим вред потребителям, но не влияет на их товарные предпочтения. Исследуются: спрос на загрязнение; автаркическое равновесие; торговое равновесие; реформы в экологической политике; перераспределение доходов; условия торговли	Свободная торговля способствует увеличению мирового загрязнения в случае, если доходы стран существенно различаются; если торговля уравнивает факторные цены, то страны с избыточным человеческим капиталом проигрывают от торговли, в то время как страны с дефицитом человеческого капитала получают выгоду; международная торговля разрешениями на выбросы вредных веществ может снизить мировое загрязнение, даже в том случае, когда предложение правительств по продаже разрешений не ограничено; международное перераспределение доходов не оказывает влияния на мировое загрязнение или благосостояние; попытки манипулировать условиями торговли с учетом политики загрязнения не оказывают влияние на мировое загрязнение
В. Антвейлер, Б. Копеланд и М.С. Тейлор (W. Antweiler, B. Copeland and M.Sc. Taylor, 2001)	Свободная торговля оказывает влияние на уровень загрязнения	Как открытость товарного рынка влияет на концентрацию загрязнения	Теоретическая равновесная модель для выявления воздействия внешней торговли на загрязнение с выделением и оценкой эффекта масштаба, технического эффекта и эффекта состава	<i>Зависимая переменная</i> – логарифмы медианных значений выбросов диоксида серы каждой единицы наблюдения. <i>Факторы:</i> экономическая активность города (ВВП/ км ²); плотность населения; обеспеченность капиталом; ВВП на душу населения; интенсивность внешней торговли (отношение внешнего товарооборота к ВВП); фактивные переменные (уровень образования; городская/сельская местность, участие в Хельсинском протоколе, политический строй); относительный доход; среднегодовая температура; коэффициент вариации атмосферных осадков; запасы каменного угля; запасы бурого угля	Модель построена на основе одного загрязнителя – диоксида азота. В результате получено, что динамика и структура международной торговли не оказывает существенного влияния на уровень загрязнения окружающей среды указанным веществом. Комбинация трех исследуемых эффектов приводит к выводу, что свободная торговля оказывает положительное влияние на экологию
М. Коул и Р. Эллиотт (M. Cole and R. Elliott, 2003)	Либерализация торговли приводит к росту загрязнений	Являются ли изменения состава загрязнителей, возникающих в результате либерализации торговли, результатом различий в капитале / трудовых ресурсах и/или различий в экологических нормах (предпосылки и результаты исследования – Дж. Тобей 1990 г.) [16]	Сравнение традиционной (Хекшера – Олина – Самуэльсона) и «новой» (Хекшера – Олина – Ванека) моделей сравнительных преимуществ в 60 развитых и развивающихся странах в 1995 г.	<i>Зависимая переменная</i> – чистый экспорт страны <i>i</i> в страну / четырех отраслей промышленности – загрязнителей (черная металлургия, химическая промышленность, целлюлозно-бумажная промышленность, цветная металлургия); <i>Факторы:</i> основной капитал, три показателя обеспеченности рабочей силой, две меры экологического регулирования, запасы полезных ископаемых (свинец, цинк, железо и медь), запасы нефти, газа и угля, зоны тропических лесов, зоны нетропических лесов и площади пахотных земель	Проведен всесторонний эмпирический анализ четырёх основных загрязняющих отраслей промышленности с выделением эффекта, вызванного интенсификацией торговли; проверка выводов, полученных Антвейлером и др. в 2001 г. относительно взаимосвязи затрат трудовых ресурсов и капитала с выбросами диоксида серы; проверка взаимосвязи затрат и капитала с выбросами иных загрязняющих веществ. Выводы подтверждены частично

Авторы	Предпосылки/ гипотезы/ допущения	Задачи исследований	Модели	Переменные	Результаты
Дж. Франкель и Э. Роуз (J. Frankel and A. Rose, 2005)	Открытость экономики положительно влияет на реальный среднедушевой доход; с ростом выпуска увеличивается уровень загрязнения, вместе с тем рост ВВП на душу населения влечет за собой увеличение спроса населения на качество окружающей среды, что при наличии соответствующих институтов может стать причиной адекватного экологического регулирования; экологическая кривая Кузнецова: взаимосвязь между доходом на душу населения и некоторыми видами загрязнения приобретает форму перевернутой буквы U	Оценка воздействия международной торговли на уровень загрязнения окружающей среды с учетом достигнутого уровня ВВП на душу населения	Построение и анализ гравитационных моделей: зависимость ВВП на душу населения от набора количественных и фактивных переменных; зависимость вреда, причиненного окружающей среде от набора факторов (доход на душу населения, открытость экономики, политический строй и др.)	<i>Зависимые переменные:</i> ВВП на душу населения, показатели загрязнения воздуха различными веществами; показатели качества окружающей среды; <i>Факторы:</i> ВВП на душу населения, открытость экономики, политический строй, плотность населения	Подтверждена форма модели экологической кривой Кузнецова, согласно которой в результате роста благосостояния населения в конечном итоге происходит снижение уровня загрязнения. Торговля же в свою очередь ускоряет процесс роста. Гипотеза гонки по нисходящей не подтвердилась. Более подробная оценка дает противоречивые результаты. Так, например, для загрязнителя CO ₂ не найдено подтверждения того, что кривая Кузнецова нисходит сама по себе, а открытость экономики, согласно оценке МНК, оказывает негативное воздействие на экологию даже при заданном уровне дохода, вместе с тем, другой метод оценки дает противоположный результат
Дж.С. Олладэй (J.Scott Holladay, 2015)	Существует взаимосвязь между международной торговлей, экологией, производительностью	Каким образом либерализация торговли влияет на экологию; наблюдается ли взаимосвязь между международной торговлей, экологией, производительностью	Регрессионные модели экспорта и импорта	<i>Зависимые переменные:</i> оценка вреда для экологии, выбросы, рождаемость / смертность; <i>Факторы:</i> отрасли, годы, экспорт / импорт, уровень конкуренции импорта	Экспортеры генерируют значительно меньше выбросов загрязняющих веществ, чем неэкспортеры; более того, их выбросы менее токсичны, чем выбросы других предприятий той же отрасли. Импортная конкуренция вытесняет с рынка производства менее производительные и более «грязные» предприятия. Следовательно, либерализация торговли может привести к снижению уровня общемирового загрязнения

Источник: авторская разработка на основании [14–22].

Большое число практических работ, посвященных анализу влияния глобализации на окружающую среду, основано на межстрановой вариации уровня загрязнения и торгового поведения. Так, В. Антвейлер и др. в своей работе сравнили уровни открытости экономик стран с концентрацией загрязнения и пришли к выводу, что большая открытость связана с небольшим, но значимым снижением загрязнения [17]. Дж. Франкель и Э. Роуз использовали инструменты для обнаружения возможной эндогенности в торговой, экологической политике и уровнях доходов. Они также установили, что большая открытость связана со снижением уровней загрязнения, хотя для некоторых загрязняющих веществ результаты оказались статистически незначимыми [18].

С. Батракова и Р. Дэвис в своем научном труде продемонстрировали, что экспортеры используют энергию более эффективно, нежели их конкуренты из группы ирландских компаний, не занимающихся экспортной деятельностью [19]. В 2012 г. коллектив авторов разработал модель взаимосвязи выбросов загрязняющих веществ с производительностью фирм и их внешнеторговыми предпочтениями, которая предсказывает, что загрязнения от экспортеров будут меньше, чем от неэкспортеров [20]. Э. Гутьеррес и К. Тешима в своем исследовании произвели оценку влияния импортной конкуренции на загрязнение от мексиканских компаний-производителей [21]. Дж.С. Холладэй эмпирически оценил взаимосвязь между международной торговлей, экологическими показателями и производительностью, придя к выводу, что экспортеры приносят меньше вреда окружающей среде, вместе с тем не найдя подтверждений справедливости гипотезы «убежища для загрязнений» [22].

Несмотря на наличие в зарубежной литературе достаточно большого числа работ, посвященных исследованию взаимосвязей между состоянием окружающей среды либо же индикаторами строгости экологической политики и внешней торговлей, а также влияния внешней торговли на окружающую среду либо характеристик окружающей среды на внешнюю торговлю, перечисленные направления исследований являются весьма актуальными. Это обусловлено целями в области достижения устойчивого развития и перехода к «зеленой экономике», а также неоднозначностью и обилием переменных, прокси-переменных, пригодных для проведения исследований

такого рода и наличием большого числа различных методов и подходов, применение которых может приводить к получению разных, порой противоречивых, результатов.

Что касается отечественных исследований, то в литературе широко представлены работы Г.Т. Шкиперовой, П.В. Дружинина, Н.Н. Яшаковой, посвященные изучению влияния экономического развития на состояние окружающей среды, исследованию кривой Кузнеца, эффекта декарпинга. Вместе с тем, внешняя торговля как результативный показатель либо как фактор, воздействующий на экологию стран постсоветского пространства, в работах отечественных авторов представлена крайне ограниченно [3; 23–28].

Исследование взаимосвязей внешней торговли и экологических параметров при помощи гравитационных моделей на примере Республики Беларусь

Для исследования гравитационной зависимости торговли Республики Беларусь со странами-партнерами по ЕАЭС и странами-соседями (Литвой, Латвией, Польшей и Украиной) с учетом воздействия на окружающую среду построим гравитационные модели отдельно для экспорта и импорта. Классический вариант модели дополним численностью населения торгующих стран, а в качестве прокси-переменной влияния на окружающую среду используем годовой объем эмиссии углекислого газа. Расстояние между Минском и крупнейшими городами стран торговых партнеров с учетом численности населения включено в модели как прокси транспортных издержек:

$$\ln E_{ij} = \beta_0 + \beta_1 \ln GDP_i + \beta_2 \ln GDP_j + \beta_3 \ln POP_i + \beta_4 \ln POP_j + \beta_5 \ln POL_i + \beta_6 \ln D_{ij} + u_{ij}, \quad (2)$$

$$\ln I_{ij} = \beta_0 + \beta_1 \ln GDP_i + \beta_2 \ln GDP_j + \beta_3 \ln POP_i + \beta_4 \ln POP_j + \beta_5 \ln POL_j + \beta_6 \ln D_{ij} + u_{ij}, \quad (3)$$

где β_0 — независимая переменная; E_{ij} — стоимость экспорта из Беларуси в страну j ; I_{ij} — стоимость импорта Беларуси из страны j ; GDP_i и GDP_j — ВВП Беларуси и страны j соответственно; POP_i и POP_j — численность населения Беларуси и страны j соответственно; POL_i

и POL_j — эмиссия углекислого газа Беларусью и страной j соответственно; D_{ij} — расстояние между Минском и крупнейшими городами стран, включенных в выборку; u_{ij} — случайная ошибка.

Модели построены на панельных данных за период с 1995 по 2019 год с использованием следующих источников:

— Национального статистического комитета Республики Беларусь — данные об итогах внешней торговли товарами, о численности населения (для Республики Беларусь);

— Национального банка Республики Беларусь — данные о размерах ВВП (для Республики Беларусь);

— Всемирного банка — данные о размерах ВВП и численности населения (для остальных стран), эмиссии углекислого газа (для всех стран);

— базы данных GeoDist по расстояниям между крупнейшими городами стран, скорректированным на долю населения в этих городах в общей численности населения.

Анализ исходных данных с применением различных методов (сквозное оценивание по методу наименьших квадратов (МНК), обобщенный МНК, усреднение по совокупности) произведен в пакете STATA. Лучшие характеристики получены в результате применения метода сквозного оценивания (см. таблицу 2).

Таблица 2

Гравитационные модели внешней торговли Республики Беларусь с партнерами по ЕАЭС и странами-соседями

Метод	Экспорт	Характеристики	Импорт	Характеристики
Сквозное оценивание по МНК (OLS)	$\ln E = 4,915 + 0,673 \ln GDP_{\text{Blr}} + (0,237)$ $0,446 \ln GDP_j - 3,783 \ln POP_{\text{Blr}} + (0,000) (0,745)$ $0,496 \ln POP_j + 1,004 \ln POL_{\text{Blr}} - (0,000) (0,672)$ $1,010 \ln D_{ij} (0,000)$	$R^2 = 0,844$ $R^2_{\text{adj}} = 0,839$ $F_{(7, 192)} = 173,91$	$\ln I = -20,435 + 0,931 \ln GDP_{\text{Blr}} + (0,000)$ $0,256 \ln GDP_j + 10,972 \ln POP_{\text{Blr}} + (0,010) (0,088)$ $0,693 \ln POP_j + 0,298 \ln POL_j - (0,000) (0,010)$ $1,273 \ln D_{ij} (0,000)$	$R^2 = 0,923$ $R^2_{\text{adj}} = 0,921$ $F(7, 192) = 386,81$
Обобщенный метод наименьших квадратов со случайным эффектом (GLS)	$\ln E = 12,407 + 0,749 \ln GDP_{\text{Blr}} + (0,018)$ $0,155 \ln GDP_j - 9,032 \ln POP_{\text{Blr}} + (0,100) (0,172)$ $1,142 \ln POP_j + 1,472 \ln POL_{\text{Blr}} - (0,000) (0,268)$ $1,225 \ln D_{ij} (0,004)$	$\text{Wald } \chi^2(7) = 679,83$ $R^2 = 0,779$ $R^2_{\text{(within)}} = 0,832$ $R^2_{\text{(between)}} = 0,815$ $R^2_{\text{(overall)}} = 0,815$	$\ln I = -18,520 + 0,9953 \ln GDP_{\text{Blr}} + (0,000)$ $0,211 \ln GDP_j + 11,071 \ln POP_{\text{Blr}} + (0,014) (0,005)$ $0,606 \ln POP_j + 0,159 \ln POL_j - (0,110) (0,467)$ $1,339 \ln D_{ij} (0,001)$	$\text{Wald } \chi^2(7) = 364,34$ $R^2 = 0,627$ $R^2_{\text{(within)}} = 0,930$ $R^2_{\text{(between)}} = 0,907$ $R^2_{\text{(overall)}} = 0,907$
Модель, усредненная по совокупности (GEE)	$\ln E = 12,299 + 0,749 \ln GDP_{\text{Blr}} + (0,017)$ $0,161 \ln GDP_j - 8,855 \ln POP_{\text{Blr}} + (0,083) (0,176)$ $1,031 \ln POP_j + 1,465 \ln POP_{\text{Blr}} - (0,000) (0,265)$ $1,102 \ln D_{ij} (0,000)$	$\text{Wald } \chi^2(7) = 706,6$ $\text{Scale parameter} = 0,938$	$\ln I = -21,427 + 0,989 \ln GDP_{\text{Blr}} + (0,000)$ $0,214 \ln GDP_j + 10,950 \ln POP_{\text{Blr}} + (0,012) (0,005)$ $0,767 \ln POP_j + 0,165 \ln POL_j - (0,016) (0,423)$ $1,3336 \ln D_{ij} (0,000)$	$\text{Wald } \chi^2(7) = 434,55$ $\text{Scale parameter} = 0,580$

Источник: авторская разработка на основании данных Национального статистического комитета Республики Беларусь, Национального Банка Республики Беларусь, Всемирного банка, ресурса GeoDist database.

Полученные в результате оценки коэффициенты при классических гравитационных прокси-переменных размера экономик стран — ВВП — с положительным знаком для экспорта и для импорта, что подтверждает действие гравитационного закона в торговле между Республикой Беларусь и исследуемыми странами-партнерами. Коэффициент при ВВП Республики Беларусь получился незначимым для модели экспорта и значимым для модели импорта. Таким образом,

при росте ВВП Беларуси на 1% импорт возрастет в среднем на 0,931%. ВВП стран-партнеров оказывает существенное влияние как на экспорт, так и на импорт Беларуси. Так, при увеличении ВВП стран-партнеров Беларуси на 1% белорусский импорт увеличится в среднем на 0,256%, а экспорт — на 0,446%. Результат подтверждает основное положение теории международной торговли о том, что размеры экономик выступают одной из важнейших детерминант торговли.

Закключение

Коэффициенты при показателях численности населения могут быть как положительными, так и отрицательными. Так, чаще всего ожидается, что чем больше численность населения страны-импортера, тем больше импорта она готова принять при прочих равных условиях; чем выше численность населения страны-экспортера, тем больше она готова будет экспортировать из-за эффекта масштаба, от которого она может получить определенную выгоду. Вместе с тем, может иметь место ситуация, когда страна-экспортер с большей численностью населения будет экспортировать меньше, ориентируясь на внутреннее потребление [29]. В полученных моделях показатели численности населения Беларуси не оказывают существенного влияния ни на белорусский экспорт, ни на импорт; отрицательный знак при коэффициенте в модели экспорта и положительный в модели импорта свидетельствуют об ориентации Беларуси на внутреннее потребление. Существенное влияние на экспорт и импорт Беларуси оказывает численность населения стран-партнеров: при росте численности населения на 1% рост экспорта Республики Беларусь составит 0,496%, импорта — 0,693%.

Что касается прокси-переменной загрязнения, то результат для модели импорта вполне ожидаем, так как в данном случае рост интенсивности загрязнения окружающей среды как итог работы «грязных» производств определяет целесообразность импорта такого рода товаров в страну. Так, увеличение эмиссии углекислого газа стран — торговых партнеров на 1% приведет к росту белорусского импорта на 0,298%.

Расстояние между крупнейшими городами стран — одна из основных детерминант международной торговли, по результатам расчетов значимо как для белорусского экспорта, так и для импорта. Отрицательный знак при коэффициентах подтверждает классические гравитационные предпосылки: увеличение расстояния между торгующими странами (прокси торговых издержек) влечет за собой закономерное снижение экспорта и импорта. В нашем случае, чем больше расстояние от Минска до крупнейших городов стран-партнеров по ЕАЭС и стран-соседей Республики Беларусь, тем меньше экспорт и импорт Беларуси.

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы:

— несмотря на существование в теоретической литературе экономического характера большого числа гипотез о наличии, форме, видах взаимосвязей между состоянием окружающей среды, открытостью экономики, либерализацией торговых отношений, интенсивностью торговли и др., в эмпирических исследованиях ученым пока не удалось однозначно подтвердить или опровергнуть ни одну из них;

— для исследования взаимосвязей между состоянием окружающей среды с международной торговлей применяются различные методы и подходы, в частности построение теоретических и равновесных моделей, регрессионный анализ, гравитационное моделирование и др.;

— итог гравитационного моделирования экспорта и импорта Республики Беларусь на основе реальных данных подтвердил основные классические предпосылки теории гравитации о положительном существенном влиянии размеров экономик и отрицательном существенном воздействии расстояния между странами на итоги международной торговли;

— в результате проведенного автором практического исследования взаимосвязи внешней торговли Беларуси со странами-партнерами по ЕАЭС и странами-соседями с применением гравитационного моделирования выявлено значительное воздействие на экспорт и импорт Беларуси численности населения стран-партнеров: при росте численности населения на 1% рост экспорта Республики Беларусь составит 0,496%, импорта — 0,693%;

— увеличение эмиссии углекислого газа стран — торговых партнеров на 1% приведет к росту белорусского импорта на 0,298%.

Литература

1. **Dinda S.** Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey. *Ecological Economics*. 2004. Vol. 49. Iss. 4. P. 431–455.
2. **Frankel J., Rose A.** Is trade good or bad for the environment? Sorting out the causality // *The Review of Economics and Statistics*. 2005. Vol. 85, P. 85–91.
3. **Михалищев С., Раскина Ю.** Экологическая кривая Кузнецова: случай России // Европейский университет в Санкт-Петербурге, Факультет экономики. Препринт Ес 03/15, 2015. 34 с.

4. **Aliyu M.A.** Foreign Direct Investment and the Environment: Pollution Haven Hypothesis Revisited. Eight Annual Conference on Global Economic Analysis. Lübeck, Germany. 2005. June 9–11.
5. **Yoon H.; Heshmati A.** Do Environmental Regulations Effect FDI Decisions? The Pollution Haven Hypothesis Revisited. GLO Discussion Paper, No. 86, Global Labor Organization (GLO). Maastricht, 2017.
6. **Merican Y.** et al. Foreign Direct Investment and the Pollution in Five ASEAN Nations // International Journal of Economics and Management. 2007. P. 245–261.
7. **Acikgoz B., Yilmazer M.** Kirlilik sığınağı hipotezi, doğrudan yabancı yatırımlar ve kamu politikaları // Ege Akademik Bakış (Ege Academic Review). 2009. Vol. 9. Iss. 4. P. 1441.
8. **Prakash A., Potoski M.** Racing to the Bottom? Trade, Environmental Governance, and ISO 14001 // American Journal of Political Science. 2006. Vol. 50. Iss.2. P. 350–364.
9. **Gang Guo.** Race to the Top or to the Bottom: Globalization and Education Spending in China. Political Science & International Studies. The University of Mississippi, MS 38677-1848 USA.
10. **Porter M.E., van der Linde C.** Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship // Journal of Economic Perspectives. 1995. Vol. 9. Iss. 4. P. 97–118.
11. **Wagner M.** The Porter Hypothesis Revisited. A Literature Review of Theoretical Model and Empirical Test. Lüneburg: Centre for Sustainability Management. 2003. P. 2.
12. **André F.J.** Strategic Effects and the Porter Hypothesis. MPRA Paper No. 62237, 2015.
13. **Petroni G., Bilgiardi B., Galati F.** Rethinking the Porter Hypothesis: The Underappreciated Importance of Value Appropriation and Pollution Intensity. Review of policy Research. 2019. Vol. 36. Iss.1. P. 121–140.
14. **Copeland B.R., Taylor M.S.** Trade and Transboundary Pollution // The American Economic Review. 1995. Vol. 85. Iss. 4. P. 716–737.
15. **Cole M., Elliott R.** Determining the Trade-environment Composition Effect: The Role of Capital, Labour and Environmental Regulations // Journal of Environmental Economics and Management. 2003. Vol. 46. P. 363–383.
16. **Tobey J.A.** The Effects of Domestic Environmental Policies on Patterns of World Trade: An Empirical Test. Kyklos. 1990. Vol. 43. Iss. 2. P. 191–209.
17. **Antweiler W., Copeland B., Taylor M.S.** Is Free Trade Good for the Environment? // American Economic Review. 2001. Vol. 91. P. 877–908.
18. **Frankel J., Rose A.** Is Trade Good or Bad for the Environment? Sorting Out the Causality // The Review of Economics and Statistics. 2005. Vol. 85. P. 8591.
19. **Batrakova S., Davies R.** Is there an Environmental Benefit to Being an Exporter? Evidence from Firm-level Data // Review of World Economics (Weltwirtschaftliches Archiv), Springer. 2012. Vol. 148. Iss. 3. P. 449–474.
20. **Cui J., Lapan H., Moschini G.** Are Exporters More Environmentally Friendly than Non-Exporters? Theory and Evidence. Staff General Research Papers. Iowa State University, Department of Economics 35549. 2012.
21. **Gutierrez E., Teshima K.** Import Competition and Environmental Performance: Evidence from Mexican Plant-level and Satellite Imagery Data. Working Papers, Centro de Investigacion Economica. 2011.
22. **Holladay J.H.** Exporters and the Environment. Working Papers 2015-03, University of Tennessee, Department of Economics. 2015. 33 p.
23. **Шкиперова Г.Т.** Экологическая кривая Кузнеця как инструмент исследования регионального развития // Экономический анализ: теория и практика. 2013. № 19(322).
24. **Дружинин П.В., Шкиперова Г.Т.** Эколого-экономические модели и прогнозы в системе регионального управления // Проблемы прогнозирования. 2012. № 1. С. 88–97.
25. **Дружинин П.В., Шкиперова Г.Т., Поташева О.В.** Экологическая кривая Кузнеця: случай России и Финляндии // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2018. Том 8. № 11А. С. 83–97.
26. **Шкиперова Г.Т.** Анализ и моделирование взаимосвязи между экономическим ростом и качеством окружающей среды (на примере Республики Карелия) // Актуальные проблемы, направления и механизмы развития производительных Сил Севера. Сыктывкар. 2014. С. 9–16.
27. **Яшалова Н.Н.** Применение корреляционного анализа в эколого-экономических исследованиях // Экономика природопользования. 2015. № 6. С. 95–105.
28. Моделирование влияния развития экономики на окружающую среду. Институт экономики КарНЦ РАН. Под общей ред. П.В. Дружинина. — Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2009. 96 с.
29. **Sardor A.** Trade and Environment: Do Spatial Effects Matter? MPRA Paper No. 73113. 2016.

Информация об авторах

Швед Анна Вячеславовна — канд. экон. наук, докторант кафедры статистики Белорусского государственного экономического университета. 220070, Республика Беларусь, г. Минск, Партизанский просп., 26. E-mail: annalarchenko@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0472-3607>.

References

1. **Dinda S.** Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey. *Ecological Economics*. 2004;49(4):431–455.
2. **Frankel J., Rose A.** Is Trade Good or Bad for the Environment? Sorting out the Causality. *The Review of Economics and Statistics*. 2005;(85):85–91.
3. **Mihalischev S., Raskina Y.** *Environmental Kuznets Curve: The Case of Russia*. European University at St. Petersburg, Department of Economics. Working Paper Ec-03/15 [Preprint]. 34 p. (In Russ.)
4. **Aliyu M.A.** Foreign Direct Investment and the Environment: Pollution Haven Hypothesis Revisited. In: *Proc. of the Eight Annual Conference on Global Economic Analysis, Lübeck, Germany, June 9–11, 2005*.
5. **Yoon H., Heshmati A.** Do Environmental Regulations Effect FDI Decisions? The Pollution Haven Hypothesis Revisited. *GLO Discussion Paper No. 86*. Maastricht: Global Labor Organization (GLO); 2017.
6. **Merican Y. et al.** Foreign Direct Investment and the Pollution in Five ASEAN Nations. *International Journal of Economics and Management*. 2007;1(2):245–261.
7. **Acikgoz B., Yilmazer M.** Kirlilik sığnağı hipotezi, doğrudan yabancı yatırımlar ve kamu politikaları. *Ege Akademik Bakış (Ege Academic Review)*. 2009;9(4):1441–1462.
8. **Prakash A., Potoski M.** Racing to the Bottom? Trade, Environmental Governance, and ISO 14001. *American Journal of Political Science*. 2006;50(2):350–364.
9. **Guo G.** Race to the Top or to the Bottom: Globalization and Education Spending in China. In: *Proc. of the 16th Annual Conference on Global Economic Analysis, 8–10 June 2013, Shanghai, China*.
10. **Porter M.E., van der Linde C.** Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship. *Journal of Economic Perspectives*. 1995;9(4):97–118.
11. **Wagner M.** *The Porter Hypothesis Revisited. A Literature Review of Theoretical Model and Empirical Test*. Lüneburg: Centre for Sustainability Management; 2003.
12. **André F.J.** Strategic Effects and the Porter Hypothesis. *MPRA Paper No. 62237*. University Library of Munich, Germany; 2015.
13. **Petroni G., Bilgiardi B., Galati F.** Rethinking the Porter Hypothesis: The Underappreciated Importance of Value Appropriation and Pollution Intensity. *Review of Policy Research*. 2019;36(1):121–140.
14. **Copeland B.R., Taylor M.S.** Trade and Transboundary Pollution. *The American Economic Review*. 1995;85(4):716–737.
15. **Cole M., Elliott R.** Determining the Trade-environment Composition Effect: The Role of Capital, Labour and Environmental Regulations. *Journal of Environmental Economics and Management*. 2003;46:363–383.
16. **Tobey J.A.** The Effects of Domestic Environmental Policies on Patterns of World Trade: An Empirical Test. *Kyklos*. 1990;43(2):191–209.
17. **Antweiler W., Copeland B., Taylor M.S.** Is Free Trade Good for the Environment? *American Economic Review*. 2001;91(4):877–908.
18. **Frankel J., Rose A.** Is Trade Good or Bad for the Environment? Sorting Out the Causality. *The Review of Economics and Statistics*. 2005;87(1):85–91.
19. **Batrakova S., Davies R.** Is there an Environmental Benefit to Being an Exporter? Evidence from Firm-Level Data. *Review of World Economics (Weltwirtschaftliches Archiv)*. 2012;148(3):449–474.
20. **Cui J., Lapan H., Moschini G.** Are Exporters More Environmentally Friendly than Non-Exporters? Theory and Evidence. *Staff General Research Papers Archive 35549*. Iowa State University, Department of Economics; 2012.
21. **Gutierrez E., Teshima K.** Import Competition and Environmental Performance: Evidence from Mexican Plant-level and Satellite Imagery Data. *Working Papers 1101*. Centro de Investigacion Economica, ITAM; 2011.
22. **Holladay J.H.** Exporters and the Environment. *Working Papers 2015-03*. University of Tennessee, Department of Economics; 2015. 33 p.
23. **Shkiperova G.T.** Environmental Kuznets Curve as a Tool for the Study of Regional Development. *Economic Analysis: Theory and Practice*. 2013;19(322):8–16. (In Russ.)
24. **Druzhinin P.V., Shkiperova G.T.** Ecological and Economic Models and Predictions in the Regional Management System. *Studies on Russian Economic Development*. 2012;23(1):88–97. (In Russ.)
25. **Druzhinin P.V., Shkiperova G.T., Potasheva O.V.** Environmental Kuznets curve: the case of Russia and Finland. *Economics: Yesterday, Today and Tomorrow*. 2018;8(11A):83–97. (In Russ.)
26. **Shkiperova G.T.** Analysis and Modeling of the Relationship Between Economic Growth and Environmental Quality (on the Example of the Republic of Karelia). In: *Actual Problems, Directions and Mechanisms of Development of the Productive Forces of the North*. Syktyvkar: 2014. P. 9–16. (In Russ.)
27. **Yashalova N.N.** The Use of Correlation Analysis in Ecological and Economic Research. *Nature Management Economics*. 2015;(6):95–105. (In Russ.)
28. **Druzhinin P.V. (ed.)** *Modeling the Impact of Economic Development on the Environment*. Petrozavodsk: Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences; 2009. 96 p. (In Russ.)
29. **Sardor A.** Trade and Environment: Do Spatial Effects Matter? *MPRA Paper No. 73113*, 2016.

About the author

Anna V. Shved – Cand. Sci. (Econ.), Doctoral Student, Department of Statistics, Belarus State Economic University. 26, Partizanski Av., Minsk, 220070, Republic of Belarus. E-mail: annalarchenko@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0472-3607>.