

ЭКОНОМИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

DOI: 10.15838/ptd.2025.6.140.11

УДК 332.1 | ББК 65.049(2)

© Патракова С.С., Палкина Д.С.

ОЦЕНКА ВЗАИМОСВЯЗИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА РЕГИОНОВ РОССИИ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ



СВЕТЛАНА СЕРГЕЕВНА ПАТРАКОВА

Вологодский научный центр Российской академии наук

Вологда, Российская Федерация

e-mail: sspatrakova@bk.ru

ORCID: 0000-0002-4834-3083; ResearcherID: B-5054-2019



ДАРЬЯ СЕРГЕЕВНА ПАЛКИНА

Агентство мониторинга и социологических исследований

Вологда, Российская Федерация

e-mail: palkina.darya2014@yandex.ru

ORCID: 0000-0002-3434-4173

В условиях турбулентности мировой экономики и геополитики для Российской Федерации стратегически значимой является задача обеспечения ускоренного экономического роста регионов за счет повышения эффективности использования внутреннего потенциала: природно-ресурсного, кадрового, научно-технологического и т. д. Однако решение этой задачи, как отмечают ученые и практики государственного управления, обязательно должно учитывать экологические аспекты развития территорий, текущее и перспективное антропогенное влияние на окружающую среду. Недоучет этих аспектов может привести к необратимым последствиям в области изменения климата, деградации природных ресурсов, к ухудшению здоровья населения и снижению совокупного экономического потенциала территорий. Цель исследования заключается в оценке влияния загрязнения окружающей среды на экономический рост регионов России. Для ее достижения использованы общенаучные методы (обобщение, анализ, синтез) и методы пространственной эконометрики (построение моделей множественной регрессии с

Для цитирования: Патракова С.С., Палкина Д.С. (2025). Оценка взаимосвязи экономического роста регионов России и загрязнения окружающей среды // Проблемы развития территории. Т. 29. № 6. С. 192–209. DOI: 10.15838/ptd.2025.6.140.11

For citation: Patrakova S.S., Palkina D.S. (2025). Assessing the relationship between economic growth in Russian regions and environmental pollution. *Problems of Territory's Development*, 29(6), 192–209. DOI: 10.15838/ptd.2025.6.140.11

пространственными лагами, расчет локальных индексов пространственной автокорреляции). В результате установлено, что в целом в регионах России увеличение валового регионального продукта сопровождается, с одной стороны, увеличением объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников и количества легкового автотранспорта, а с другой – снижением объемов сбросов загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты. В работе обосновано наличие кластеризации регионов в пространстве страны по уровню подушевого ВРП и наиболее значимому влияющему на него показателю загрязнения окружающей среды – выбросам загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Предложены направления снижения выбросов таких веществ в атмосферу. Результаты работы вносят вклад в обоснование взаимосвязи экологических факторов и экономического роста регионов России и могут быть использованы научными сотрудниками при проведении исследований схожей тематики, органами государственной власти при разработке стратегических документов и конкретных проектов развития территорий.

Регион, экономический рост, валовой региональный продукт, загрязнение окружающей среды, экология, пространственная эконометрика, выбросы загрязняющих веществ в атмосферу.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Статья подготовлена в рамках государственного задания для ФГБУН ВолНЦ РАН по теме НИР «Факторы и инструменты обеспечения сбалансированного пространственного развития регионов России в условиях обострения больших вызовов» (FMGZ-2025-0013).

Введение

Современная мировая повестка, основу которой составляет концепция устойчивого развития¹, диктует необходимость продвижения экономической и социальной сфер с учетом экологической компоненты. Это четко и ясно отмечается не только научным сообществом (Замятина, 2021; Барабошкина, Кудрявцева, 2023; Бобылев и др., 2025 и др.), но и представителями органов государственной власти, высшими должностными лицами страны. Так, согласно Указу Президента РФ № 309 от 07.05.2024, одной из семи национальных целей развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года является экологическое благополучие. Кроме того, экологические аспекты, связанные со снижением антропогенного влияния на природу, получили отражение в подавляющем большинстве документов стратегического планирования федерального уровня, в т. ч. «непрофильных», т. е. не связанных

напрямую с решением экологических проблем. Например, в Стратегии национальной безопасности Российской Федерации, утвержденной Указом Президента РФ № 400 от 07.05.2024, экологическая безопасность и рациональное природопользование заявлены как стратегический национальный приоритет, реализация которого в числе прочего будет способствовать защите национальных интересов страны. В Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2036 года, утвержденной Распоряжением Правительства РФ от 28.12.2024 № 4146-р, к основным задачам пространственного развития отнесено формирование территорий экологического благополучия посредством реализации мероприятий по сохранению и восстановлению природной среды, обеспечению качества окружающей среды, необходимого для комфортной и безопасной жизни человека, а также устойчивого развития экономики.

¹ Согласно определению Международной комиссии по окружающей среде и развитию ООН, устойчивое развитие – это такое развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, но не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности. Источник: Основы экономики устойчивого развития (2025) / под редакцией С.Н. Бобылева. Москва: Экономический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова. 312 с. URL: <https://books.econ.msu.ru/economics-of-sustainable-development/sect01/chap02/2.1>

Однако, несмотря на вышеизложенное, дискуссионными и слабоизученными остаются вопросы, касающиеся направлений, масштабов взаимосвязи показателей загрязнения окружающей среды и экономического роста территорий различного уровня иерархии.

Целью исследования является оценка влияния загрязнения окружающей среды на экономический рост регионов России.

Достижение цели предполагает решение двух взаимосвязанных задач:

- предложить методический подход к оценке влияния загрязнения окружающей среды на региональный экономический рост;

- апробировать предлагаемый подход и на его основе оценить влияние загрязнения окружающей среды на экономический рост.

В рамках решения указанных задач предполагается проверка исследовательской гипотезы о том, что загрязнение окружающей среды в регионе оказывает влияние на экономический рост не только его самого, но и других субъектов России.

Теоретические аспекты исследования

Вопросы выявления и оценки взаимосвязи между показателями экономического роста и загрязнения окружающей среды являются дискуссионными в мировом научном сообществе. Анализ научной литературы позволяет разделить исследования по этой проблематике на две крупные группы:

- 1) работы, посвященные анализу влияния уровня экономического роста на экологическую обстановку территорий разного уровня иерархии (страны, макрорегионы и регионы, локальные территории – городские муниципальные образования, сельские населенные пункты и т. д.);

- 2) работы, посвященные анализу влияния показателей загрязнения окружающей среды на экономический рост территорий разного уровня иерархии.

Исследования первой группы наиболее многочисленны. Среди них можно выделить работу (Kilinc-Ata, Likhachev, 2022), в которой рассматривается связь между выбросами углерода и такими факторами

экономического развития, как экономический рост, потребление энергии, численность населения, открытость торговли и финансовое развитие за период 1990–2020 гг. применительно к Российской Федерации. Ключевым методом исследования стало построение модели авторегрессии распределенного лага. По результатам его применения авторами был получен вывод о том, что для достижения нулевого уровня выбросов углерода к 2060 году в рамках реализации климатической политики РФ необходимо активное развитие и применение экологически чистых энергетических технологий, в т. ч. на основе государственной поддержки.

Не менее интересной является работа (Дружинин и др., 2020), в которой раскрыты причины трансформации взаимосвязи экономических и экологических показателей, исследовано влияние изменения экологического законодательства и других внешних шоков на эколого-экономические процессы в РФ и Европейском союзе на примере воздушной среды путем применения множества методов, в том числе эконометрического моделирования.

Работа В. Ивановой посвящена эмпирической оценке зависимости уровня загрязнения окружающей среды от уровня ВРП на душу населения в российских регионах с учетом особенностей их взаимного пространственного расположения путем применения инструментария пространственной эконометрики, в частности расчета пространственной автокорреляции Морана (Иванова, 2019).

Экологические последствия развития крупных промышленных городов в ресурсных регионах России рассмотрены в статье (Пыжев и др., 2021). На примере г. Красноярска авторами показано, что в ходе реализации в XX веке ресурсных мегапроектов город стал важным экономическим центром сибирского макрорегиона. Но обратной стороной этого успеха стали экологические проблемы, прежде всего загрязнение атмосферного воздуха, которое превратилось в один из главных элементов региональной общественной повестки последних лет.

Отдельные аспекты влияния экономических факторов на экологическое развитие, загрязнение окружающей среды изложены в работах исследователей Омского государственного аграрного университета (Голова, Гапон, 2022; Голова, Баранова, 2022), Самарского национального исследовательского университета и Пермского государственного национального исследовательского университета (Ростова, Черепанова, 2020), а также иных научных и образовательных организаций страны. За рубежом в числе работ подобной тематики можно отметить (Economou, Halkos, 2023; Kulasinghe, Wijerathna, 2023; Chen, Tang, 2024).

Отдельного внимания заслуживают работы, в которых анализируется влияние различных социальных, экономических, технологических факторов на окружающую среду с использованием таких специальных моделей, как IPAT, ImPACT, STIRPAT. В основе модели IPAT, разработанной еще в 1971 году, лежит мультипликативное тождество, согласно которому воздействие на окружающую среду (Impact) равно произведению численности населения (Population) на подушевой уровень благосостояния населения (Affluence) и интенсивность выбросов, зависящую от применяемых технологий (Technology). В последующем на ее основе были разработаны иные модели, в частности модель ImPACT, учитывающая факторы энерго- и углеродоемкости. Однако, как и IPAT, она не могла быть проверена с точки зрения выполнения статистических гипотез. Для снятия указанного ограничения разработана модель STIRPAT, которая концептуально соответствует IPAT, но базируется на использовании методологии регрессионного анализа. Подробное описание моделей IPAT, ImPACT, STIRPAT изложено в статьях (Григорьев и др., 2020; Мариев и др., 2021; York et al., 2003).

Среди работ второй группы выделяется исследование (Порфирьев и др., 2025), в котором предложен метод количественной экономической оценки последствий, свя-

занных с деградацией многолетней мерзлоты, наводнениями, для хозяйственных объектов в сфере топливно-энергетического комплекса, сельского и лесного хозяйства. В статье (Курбацкий, Шаклеина, 2022) на основе пространственных эконометрических моделей на материалах регионов России и штатов США за период 2004–2018 гг. доказано существование пространственной корреляции по уровню выбросов загрязняющих веществ на исследуемых территориях, а также подтверждена гипотеза о том, что зависимость выбросов от экономического роста в российских регионах имеет вид перевернутой U-образной кривой. За рубежом в числе работ по тематике влияния экологических показателей на экономический рост территорий можно выделить, например, статью (Acheampong, Oropku, 2023), в которой на материалах 140 стран за период 1980–2021 гг. выявлено замедляющее (тормозящее) влияние деградации окружающей среды на экономический рост.

Однако есть немногочисленный пласт работ, в которых органично объединяются указанные выше подходы. В их числе исследование сотрудников Карельского научного центра РАН (Дружинин, Шкиперова, 2014), в котором с использованием методов статистического анализа и экономико-математического моделирования изучены две проблемы: влияние экономического развития на состояние окружающей среды и влияние изменений климата на развитие определенных отраслей экономики. В результате выявлено, что значительная часть российских регионов по основным показателям экологической нагрузки находится далеко от положения максимума на экологической кривой Кузнец² и потенциальный экономический рост в них может сопровождаться усилением деградации окружающей среды. За рубежом к числу работ такого типа можно отнести исследование (Yan et al., 2022), в котором с использованием эконометрического моделирования (построение авторегрессионной модели MS-VAR) анализируется не-

² Согласно кривой Кузнец, с ростом ВВП (или ВРП при рассмотрении не национального, а регионального уровня) на душу населения объем загрязнений на душу населения сначала растет, а затем снижается. То есть связь имеет U-образную форму.

линейный механизм связи между загрязнением окружающей среды и экономическим ростом в Китае.

Таким образом, можно заключить, что проблематика взаимовлияния показателей экономического роста и загрязнения окружающей среды находится в фокусе внимания отечественных и зарубежных ученых. При этом вопросы влияния экономических факторов на состояние окружающей среды более изучены, чем влияние экологических факторов на экономический рост. Это формирует поле для проведения дополнительных исследований. Кроме того, важно отметить, что в рамках подобных работ наиболее

апробированным и зарекомендовавшим себя методом является эконометрическое моделирование.

Материалы и методы

Информационную базу исследования составляют данные Росстата об объемах валового регионального продукта как результирующего экономического роста показателя, а также об отдельных показателях загрязнения окружающей среды и экономического развития 83 субъектов Российской Федерации³ за период 2014–2022 гг. Описание используемых в исследовании переменных приведено в *табл. 1*.

Таблица 1. Показатели, используемые в исследовании

№	Название показателя, единицы измерения	Обозначение
Эндогенная переменная		
1	Валовой региональный продукт (ВРП), рублей на душу населения	GRP
Экзогенные переменные интереса		
2	Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, отходящих от стационарных источников, т на душу населения	air_person
3	Сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты, м³ на душу населения	water_person
4	Количество легковых автомобилей, находящихся в собственности граждан, ед. на душу населения	pascar_person
5	Число организаций, использовавших электронный обмен данными, % от общего числа обследованных организаций	business
Экзогенные контрольные переменные		
6	Протяженность автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием, км на 1000 человек населения	road_person
7	Наличие основных фондов на конец года по полной учетной стоимости по полному кругу организаций, тыс. руб. на душу населения	fixAs_person
8	Уровень инновационной активности организаций, % от общего числа обследованных организаций	innov

Примечание. При выборе экзогенных переменных принималось во внимание наличие полных (без пропусков) рядов статистических данных Росстата в территориальном (по регионам) и временном (по годам с 2014 по 2022 год) разрезе, что позволяет формировать сбалансированную панель для регрессионного анализа. С учетом этого аспекта из ограниченного набора наблюдаемых Росстатом показателей загрязнения окружающей среды в качестве переменных интереса были выбраны следующие: 1) выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, отходящих от стационарных источников, и сбросы загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты как ключевые показатели, прямо характеризующие экологический вред, загрязнение окружающей среды от хозяйственной деятельности населения; 2) количество легковых автомобилей, находящихся в собственности граждан, как один из ключевых показателей, характеризующих экологический вред от жизнедеятельности человека (в РФ преобладающее число автомобилей имеют бензиновый двигатель, который в ходе работы выбрасывает в атмосферу углекислый и угарный газ, оксиды азота и углерода и т. п. вещества, способствующие образованию смога, усилению парникового эффекта и пр.); 3) число организаций, использовавших электронный обмен данными как один из показателей, рост которых в отличие от упомянутых выше, характеризует снижение экологического вреда от хозяйственной деятельности (электронный обмен снижает потребность организаций в бумаге, типографских и почтовых услугах и т. д.). Выбор контрольных переменных, призванных не допустить смещение коэффициентов при переменных интереса, базируется на теоретических основаниях и результатах ранее проведенных отечественных исследований. Так, в производственной функции Кобба – Дугласа, применяемой в т. ч. при анализе региональной экономики, в качестве фактора «капитал» используется показатель стоимости основных фондов (Суворов и др., 2020). Влияние показателей автотранспортной инфраструктуры на ВРП обосновано, например в (Патракова, 2025), а уровня инновационной активности в (Шалаева, 2022).

³ Ввиду отсутствия статистических данных в расчетах не была учтена информация по Донецкой Народной Республике, Луганской Народной Республике, Запорожской области, Херсонской области.

Показатели подушевых объемов ВРП и основных фондов включались в модель в логарифмированном виде, поскольку являются стоимостными (выраженными в денежных единицах). Причины изменения используемых при моделировании показателей в рамках настоящего исследования не учитывались (модификация в период 2014–2022 гг. методологии статистического учета, изменение круга наблюдаемых или отчитывающихся предприятий, внедрение новых экологически чистых технологий в отдельных регионах страны и т. п.); они являются темой будущих исследований. Составлено по: данные Росстата (сборник «Регионы России. Социально-экономические показатели» и приложения к нему. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204>).

Методический подход к выявлению и оценке взаимосвязи загрязнения окружающей среды и экономического роста регионов России основан на построении моделей множественной регрессии с пространственными лагами⁴.

При этом на I этапе анализируются базовые описательные статистики отобранных для исследования показателей. Проводится проверка на мультиколлинеарность между экзогенными переменными, из дальнейшего анализа исключаются переменные, между которыми обнаружена сильная связь, т. е. коэффициент корреляции превышает 0,7.

На II этапе строится модель множественной регрессии на панельных данных. С учетом приведенной в табл. 1 информации она имеет следующий вид:

$$\ln GRP_{it} = \beta_0 + \beta_1 \times air_{person_{it}} + \beta_2 \times water_{person_{it}} + \beta_3 \times pascar_{person_{it}} + \beta_4 \times business_{it} + \beta_5 \times road_{person_{it}} + \beta_6 \times lnfixAs_{person_{it}} + \beta_7 \times innov_{it} + \varepsilon_{it}, \quad (1)$$

где:

GRP_{it} – ВРП i -го региона в году t , рублей на душу населения;

$air_{person_{it}}$ – выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, отходящих от стационарных источников, в i -м регионе в году t , тонн на душу населения;

$water_{person_{it}}$ – сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты в i -м регионе в году t , кубических метров на душу населения;

$pascar_{person_{it}}$ – количество легковых автомобилей, находящихся в собственности граждан i -го региона в году t , единиц на душу населения;

$business_{it}$ – число организаций, использовавших электронный обмен данными, i -го региона в году t , % от общего числа обследованных организаций;

$road_{person_{it}}$ – протяженность автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием в i -м регионе в году t , километров на 1000 человек населения;

$fixAs_{person_{it}}$ – наличие основных фондов на конец года по полной учетной стоимости по полному кругу организаций в i -м регионе в году t , тысяч рублей на душу населения;

$innov_{it}$ – уровень инновационной активности организаций в i -м регионе в году t , % от общего числа обследованных организаций;

ε_{it} – случайная ошибка;

β – коэффициенты регрессии.

Важно, что выбранные для анализа показатели, а именно факт отсутствия среди них неизменных в течение 2014–2022 гг., позволяют строить модели панельных данных как с фиксированными, так и со случайными эффектами (условно, если в первой предполагается, что индивидуальные различия между регионами являются константами, то во второй они являются случайными величинами). При этом выбор наилучшей модели среди построенных осуществляется на основе сравнения информационных критериев Акаике и Шварца.

⁴ В наиболее общем смысле пространственный лаг отражает влияние значений переменных в соседних пространственных единицах (в настоящем исследовании – регионах РФ) на значение переменных в рассматриваемой пространственной единице. В моделировании может учитываться лаг при зависимой переменной (в таком случае модель носит название SAR), при ненаблюдаемых переменных / ошибках (SEM), при зависимых переменных и в ошибке (SAC), при зависимой и независимых переменных одновременно (SDM). Модель, включающая все виды пространственного взаимодействия, имеет аббревиатуру GSP.

Результаты и обсуждение

Описательная статистика свидетельствует, что большинство выбранных для моделирования переменных имеет неравномерное распределение, т. к. коэффициент вариации в них превышает 0,33 или 33% (табл. 2). Однако в связи со значимостью показателей для проведения исследования, а также необходимостью включения в модель всех регионов России, по которым доступны статистические данные, было принято решение продолжить работу с имеющимся набором данных⁵.

В рамках исследования выбранных показателей на мультиколлинеарность было установлено, что все экзогенные переменные характеризуются слабой и умеренной корреляционной зависимостью (т. к. коэффициент корреляции менее 0,7; табл. 3), что позволяет использовать их для моделирования.

При этом стоит отметить, что наибольшая степень коррелированности среди

анализируемых семи показателей (коэффициент корреляции 0,6) была выявлена между выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников и наличием основных фондов. С определенной долей условности это позволяет говорить о том, что ключевыми источниками загрязнения атмосферы в российских регионах являются основные фонды, представленные преимущественно промышленными предприятиями, фабриками, заводами с недостаточно высоким уровнем внедрения природосберегающих технологий.

Таким образом, все переменные в целом могут быть использованы при построении регрессионной модели влияния показателей загрязнения окружающей среды на валовой региональный продукт.

В рамках настоящего исследования построено 8 спецификаций моделей для панельных данных с фиксированными и слу-

Таблица 2. Описательная статистика переменных

Переменная	Среднее значение	Минимум	Максимум	Вариация
GRP	671316,25	78009,30	11786365,00	1,60
air_person	0,16	0,00	2,40	1,84
water_person	83,05	0,24	542,81	0,85
pascar_person	0,32	0,04	0,61	0,23
business	58,89	24,5	91,1	0,15
road_person	9,38	0,51	28,69	0,47
fixAs_person	2101,18	23,79	36122,43	1,77
innov	9,93	0,18	33,76	0,54

Источник: расчеты авторов.

Таблица 3. Корреляционная матрица экзогенных переменных

Переменная	road_person	air_person	water_person	business	pascar_person	innov	In fixAs_person
road_person	1	-0,082	-0,134	0,022	0,123	-0,113	-0,086
air_person		1	0,090	-0,129	0,057	-0,135	0,556
water_person			1	0,134	0,146	-0,051	0,140
business				1	0,105	0,215	-0,040
pascar_person					1	0,142	0,370
innov						1	0,029
In fixAs_person							1

Источник: расчеты авторов.

⁵ В противном случае была бы рассмотрена возможность исключения из анализа тех регионов, которые дают «выбросы» по отдельным показателям, например, Ненецкого и Ямало-Ненецкого автономных округов, уровень подушевого ВРП которых в разы превосходит среднероссийский.

чайными эффектами. Их статистики и результаты оценки представлены в *табл. 4*. При этом сравнение информационных критериев Акаике и Шварца позволило выделить как наилучшую модель с фиксированными эффектами SAC, при которой указанные критерии минимальны.

Данные в отношении модели SAC позволяют сделать следующие выводы.

1. Коэффициент пространственной автокорреляции ρ ⁶ статистически значим

и положителен, т. е. в исследуемых регионах РФ влияние на подушевой ВРП каждого конкретного региона оказывают не только его «ближайшие соседи», но и более удаленные регионы⁷ (Демидова, Тимофеева, 2021).

2. Коэффициент λ ⁸ также статистически значим, что подтверждает необходимость учета пространственных эффектов (Дубовик, Дмитриев, 2025).

Более подробно описательные статистики модели SAC представлены в *табл. 5*.

Таблица 4. Результаты оценивания моделей для панельных данных со случайными и фиксированными эффектами

Показатель	Спецификация моделей							
	Со случайными эффектами				С фиксированными эффектами			
	SAR	SEM	SDM	GSP	SEM	SAR	SAC	SDM
Коэффициенты пространственной автокорреляции								
Spatial								
ρ	0,747***		0,687***			0,751***	0,879***	0,693***
λ		0,919***		0,920***	1,022***		-0,651***	
ϕ				1,316***				
Variance								
lgt_theta	-2,532***		-2,508***					
σ^2_e	0,006***	0,006***	0,006***		0,005***	0,005***	0,004***	0,005***
ln_phi		3,841***						
σ_μ				0,354***				
σ_e				0,076***				
Информационные критерии Акаике (AIC) и Шварца (BIC)								
AIC	-1196	-995,4	-1224	-1022	-1451	-1745	-1834	-1770
BIC	-1145	-944,4	-1140	-965,9	-1410	-1703	-1787	-1695
Примечания: *** p-value < 0,01; ** p-value < 0,05; * p-value < 0,1. Зависимая переменная – l_GRP.								
Источник: расчеты авторов.								

Таблица 5. Регрессионные оценки и пространственные эффекты модели SAC

Переменная	Коэффициент регрессии (β)	Прямой эффект (LR_Direct)	Косвенный эффект (LR_Indirect)	Общий эффект (LR_Total)
air_person	0,191***	0,282 ***	1,318***	1,600***
water_person	-0,000***	-0,001***	-0,003***	-0,003***
pascar_person	0,359***	0,537***	2,488***	3,025***
business	-0,000	-0,000	-0,001	-0,001
road_person	0,005	0,007	0,030	0,036
l_FixAs_person	0,051***	0,074***	0,342***	0,416***
Innov	0,000	0,000	0,001	0,001
Примечания: *** p-value < 0,01; ** p-value < 0,05; * p-value < 0,1.				
Источник: расчеты авторов.				

⁶ Коэффициент перед пространственным лагом эндогенной переменной.

⁷ Демидова О.А. (2023). Семинар НУТ «Оценка влияния макрошоков на социально-экономические процессы в регионах России» / НИУ ВШЭ. URL: <https://economics.hse.ru/mirror/pubs/share/824652359.pdf>

⁸ Коэффициент пространственной автокорреляции ошибок.

Анализ содержания данных табл. 5 позволяет сделать следующие ключевые выводы относительно влияния показателей загрязнения окружающей среды на валовой региональный продукт.

1. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников в рамках модели статистически значимы. При их увеличении наблюдается рост подушевого ВРП региона этих стационарных источников. В то же время они оказывают значительное влияние на ВРП соседних регионов, причем эффект больше в 4,67 раза (0,282 против 1,318).

Повышение ВРП, связанное с увеличением выбросов в атмосферу от стационарных источников, объясняется ростом числа предприятий, большую часть из которых в РФ составляют предприятия обрабатывающей и добывающей промышленности, либо увеличением загрузки, наращиванием производственных мощностей уже существующих предприятий (косвенным признаком и первого, и второго варианта является рост выбросов загрязняющих веществ).

2. Показатель сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты оказался также статистически значим. Однако при его увеличении в условном *i*-ом регионе наблюдается снижение подушевого ВРП и этого региона, и других регионов России. При этом эффект, оказываемый на другие регионы, выше в 3,00 раза, чем эффект, оказываемый на *i*-ый регион (-0,001 против -0,003).

Отрицательный эффект в данном случае, скорее всего, связан со снижением в результате подобных действий объемов производства продукции в сельском хозяйстве, рыболовстве и рыбоводстве и иных отраслях экономики, ухудшением качества жизни населения, являющегося важным звеном на пути формирования ВРП.

3. Количество легкового автотранспорта, находящегося в собственности граждан, также выступает значимым фактором для региона и увеличивает его подушевой ВРП,

в то же время существенно влияя на ВРП соседних регионов (эффект больше в 4,63 раза: 0,537 против 2,488). При этом стоит отметить, что именно наличие автотранспорта оказывает наибольшее положительное влияние и на ВРП каждого отдельного региона страны, и на ВРП всех остальных окружающих его регионов, о чем свидетельствуют значения прямых и косвенных эффектов.

Повышение ВРП в результате увеличения числа личного автотранспорта обусловлено тем, что для производства машин необходимо развитие большого числа связанных производств (запасные части и комплектующие, производство ГСМ и добыча ресурсов для их создания и др.), сферы услуг (страхование и т. д.).

Таким образом, с увеличением выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, количества легкового автотранспорта в условном *i*-ом регионе России наблюдается положительная динамика ВРП не только в этом, но и в других регионах; с увеличением сбросов в воду, наоборот, отрицательная динамика ВРП. Наибольшее внимание ученых, практиков государственного управления, общественности должна привлечь прямая и статистически значимая связь между увеличением выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников и ВРП, которая свидетельствует о низком уровне экологизации производства в стране, высокой доле в ее экономике добывающих, а также обрабатывающих отраслей. Как отмечает канд. экон. наук А.Р. Батчаев, наибольший ущерб наносят природе промышленные предприятия, занимающиеся производством химической и металлургической продукции, кокса и нефтепродуктов, резиновых и пластмассовых изделий, электроэнергии, предприятия, добывающие нефть и газ⁹ Это подтверждается официальными статистическими данными: например, в среднем в 2020–2022 гг. на добычу нефти и природного газа приходилось 14,5% общего объема выбросов загрязняющих атмосферу веществ (табл. 6).

⁹ Промышленность vs экология? / НИУ ВШЭ. URL: <https://spb.hse.ru/news/113729456.html>

Таблица 6. Выбросы загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников, по видам экономической деятельности в России

Вид экономической деятельности	2020		2021		2022		В среднем в 2020–2022	
	тыс. тонн	% от общего объема	тыс. тонн	% от общего объема	тыс. тонн	% от общего объема	тыс. тонн	% от общего объема
Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	421,8	2,5	448,1	2,6	400,9	2,3	423,6	2,5
Добыча полезных ископаемых	6754,8	39,8	6968,1	40,5	7235,0	42,1	6986,0	40,8
в т. ч. добыча угля	1379,1	8,1	1511,6	8,8	1434,6	8,4	1441,8	8,4
добыча нефти и природного газа	2343,1	13,8	2599,3	15,1	2477,0	14,4	2473,1	14,5
добыча металлических руд	2385,7	14,1	2129,2	12,4	2300,8	13,4	2271,9	13,3
добыча прочих полезных ископаемых	164,9	1,0	156,1	0,9	180,0	1,0	167,0	1,0
предоставление услуг в области добычи полезных ископаемых	482,1	2,8	572,0	3,3	842,6	4,9	632,2	3,7
Обрабатывающие производства	3900,5	23,0	3679,5	21,4	3606,7	21,0	3728,9	21,8
в т. ч. производство пищевых продуктов	259,4	1,5	147,5	0,9	189,4	1,1	198,8	1,2
обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки, кроме мебели, производство изделий из соломки и материалов для плетения	128,2	0,8	139,0	0,8	144,0	0,8	137,1	0,8
производство бумаги и бумажных изделий	75,8	0,4	71,4	0,4	72,0	0,4	73,1	0,4
производство кокса и нефтепродуктов	666,4	3,9	667,2	3,9	650,6	3,8	661,4	3,9
производство химических веществ и химических продуктов	432,9	2,6	448,1	2,6	417,6	2,4	432,9	2,5
производство прочей неметаллической минеральной продукции	425,9	2,5	469,2	2,7	538,4	3,1	477,8	2,8
производство металлургическое	1499,6	8,8	1399,9	8,1	1282,2	7,5	1393,9	8,1
производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования	37,8	0,2	40,1	0,2	37,2	0,2	38,4	0,2
производство компьютеров, электронных и оптических изделий	40,1	0,2	32,2	0,2	32,2	0,2	34,8	0,2
производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов	22,0	0,1	22,3	0,1	16,9	0,1	20,4	0,1
производство прочих транспортных средств и оборудования	34,5	0,2	43,4	0,3	52,4	0,3	43,4	0,3
Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха	2890,9	17,1	3061,3	17,8	3114,1	18,1	3022,1	17,7
Водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизация отходов, деятельность по ликвидации загрязнений	728,4	4,3	749,6	4,4	848,1	4,9	775,4	4,5
в т. ч. забор, очистка и распределение воды	36,7	0,2	46,9	0,3	51,4	0,3	45,0	0,3
сбор и обработка сточных вод	66,7	0,4	77,2	0,4	90,3	0,5	78,1	0,5
сбор, обработка и утилизация отходов; обработка вторичного сырья	623,1	3,7	623,7	3,6	703,2	4,1	650,0	3,8
предоставление услуг в области ликвидации последствий загрязнений и прочих услуг, связанных с удалением отходов	1,8	0,0	1,9	0,0	3,2	0,0	2,3	0,0
Транспортировка и хранение	1604,7	9,5	1675,6	9,7	1365,3	7,9	1548,5	9,1

Составлено по: данные Росстата (приложение к сборнику «Охрана окружающей среды в России. 2024». URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13209>).

Однако в то же время предприятия указанных видов экономической деятельности создают основной объем ВРП. Это подтверждают, в частности, результаты расчета индекса пространственной автокорреляции¹⁰. На рис. 1, 2 представлены картограммы распределения 85 регионов России по кластерам диаграммы рассеяния Морана по показателям подушевого ВРП и выбросов в атмосферу от стационарных источников на 2022 год. Наглядно видно, что картограммы в значительной степени совпадают. Особенно это касается добывающих регионов Севера и Сибири, Дальнего Востока, в структуре экономики которых значительную долю занимает добывающая и обрабатывающая промышленность, оказывающая значительное негативное влияние на состояние окружающей среды.

Изложенное обуславливает актуальность и значимость снижения объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников при сохранении темпов экономического развития. Для решения этой задачи видится целесообразной реализация следующих мер и направлений при сотрудничестве органов государственной власти федерального, регионального и местного уровней, бизнеса, научного и образовательного сообщества, общественности и иных заинтересованных лиц.

1. Критический анализ, обобщение и тиражирование передового отечественного и зарубежного опыта экологизации производственной сферы, особенно в отраслях обрабатывающей и добывающей промышленности.



Рис. 1. Картограмма регионов России по кластерам индекса Морана по показателю подушевого ВРП в 2022 году

Примечание. Здесь и на рис. 2 цвета заливки имеют следующие обозначения:

	Кластер НН (регионы имеют относительно высокие значения анализируемого показателя и окружены такими же регионами)
	Кластер НЛ (регионы имеют относительно высокие значения анализируемого показателя, но окружены регионами с относительно низкими значениями)
	Кластер ЛН (регионы имеют относительно низкие значения анализируемого показателя, но окружены регионами с относительно высокими значениями)
	Кластер LL (регионы имеют относительно низкие значения анализируемого показателя и окружены такими же регионами)

Источник: составлено авторами.

¹⁰ Индекс пространственной автокорреляции рассчитан с использованием матрицы обратных расстояний по автодорогам.



Рис. 2. Картограмма регионов России по кластерам индекса Морана по показателю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, отходящих от стационарных источников, в 2022 году
Источник: составлено авторами.

Здесь можно выделить опыт компании «Норникель» по реализации с 2023 года «серной программы», направленной на достижение показателей улавливания серы на уровне лучших мировых практик на Норильской и Кольской производственных площадках и полную ликвидацию выбросов в Кольской горно-металлургической компании¹¹. Суть программы заключается в создании нового производственного участка по выпуску серной кислоты из отходящих из плавильного цеха Надеждинского завода газов с высоким содержанием диоксида серы. Согласно заключению Росприроднадзора, все пункты Плана мероприятий по достижению квот выбросов «Норникелем» выполнены, подтверждена эффективность газоочистки (более 99%). При этом совокупный объем снижения выбросов загрязняющих веществ

за 2024 год превышал установленные плановые значения (факт – 386,5 тыс. т, план – 377,6 тыс. т)¹².

Полезным видится и опыт АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат» по строительству уникального в конструкционном отношении комплекса серогазоочистки, который потенциально сократит выброс диоксида серы в атмосферу на 70%¹³, на агломерационной фабрике в г. Новокузнецке.

Не менее интересен опыт разработки и внедрения компанией «РУСАЛ» технологии «Экологический Содерберг», которая позволила практически полностью исключить выбросы фторидов и бензапирена при производстве алюминия на Красноярском алюминиевом заводе¹⁴. Технология представляет собой усовершенствованный вариант традиционной технологии Содерберга.

¹¹ Серная программа. URL: <https://nornickel.ru/sustainability/projects/sulphur/>

¹² «Норникель» подтвердил эффективность работы Серной программы в Норильске. URL: <https://nornickel.ru/news-and-media/press-releases-and-news/nornikel-podtverdil-effektivnost-raboty-sernoy-programmy-v-norilске>

¹³ «Эйфелева башня» в Сибири: уникальную сейсмостойкую конструкцию строят для фабрики в Новокузнецке. URL: <https://наука.рф/news/eyfeleva-bashnya-v-sibiri-unikalnuyu-seysmostoykuyu-konstruktsiyu-stroyat-dlya-fabriki-v-novokuznets>; В Кузбассе достроили «Эйфелеву башню» на ЕВРАЗ ЗСМК. URL: <https://evrazsteel.ru/publication/news/eyfelevu-bashnyu-na-evraz-zsmk-dostroili>

¹⁴ «Экологический Содерберг» – уникальная разработка компании РУСАЛ. URL: <https://mnr-air.ru/tpost/637vxtxn1-ekologicheskii-soderberg-unikalnaya-razr>

Однако особое внимание следует уделить наилучшим доступным технологиям¹⁵, стимулы для внедрения которых существенно ослабли после введения послабляющих решений в экологической сфере для бизнеса в ответ на пандемию Covid-19 и усиление внешнего санкционного давления (Бурматова, 2023).

2. Расширение списка городов – участников федерального проекта «Чистый воздух»¹⁶, направленного на поэтапное снижение выбросов опасных загрязняющих веществ в атмосферный воздух путем реализации комплексных планов по снижению выбросов; актуализации сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха в городах – участниках проекта; государственной поддержки модернизации предприятий и лабораторий Центров лабораторного анализа и технических измерений Росприроднадзора, модернизации и установки постов наблюдения Росгидромета; развития системы лабораторного контроля Росприроднадзора; внедрения экологического прогнозирования, моделирования, аналитики и искусственного интеллекта.

Изначально – с 2018 года – проект реализовывался в 12 городах, являющихся промышленными центрами: Братске, где выпускается 30% всего алюминия в стране, Липецке и Магнитогорске, специализирующихся на черной металлургии, Новокузнецке – металлургическом и угледобывающем центре и т. д. В 2023 году к ним присоединились еще 29 городов, в основном из регионов Сибири и Дальнего Востока (Барнаул, Кемерово, Минусинск, Южно-Сахалинск и др.), в результате чего общее число городов-участников достигло 41. Еще два города – Салават и Стерлитамак –

начали реализацию мероприятий по снижению выбросов в рамках четырехсторонних соглашений между представителями власти и бизнеса. Однако в совокупности эти 43 города составляют всего 3,8% от общего числа по стране, что представляется крайне недостаточным.

В связи с этим видится актуальным расширение списка участников проекта путем включения не только промышленных центров, но и городов, являющихся важными транспортно-логистическими узлами, ядрами крупных и крупнейших городских агломераций, а также городов, поселков городского типа и сел, являющихся значимыми центрами сельскохозяйственного производства, и т. д.

3. Расширение спектра реализуемых в рамках федерального проекта «Чистый воздух» мероприятий. Так, в отношении стационарных источников может быть рассмотрена возможность предоставления грантовой поддержки (на условиях софинансирования заинтересованными предприятиями) исследователям, ученым, конструкторам, инженерам на проведение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ, направленных на снижение выбросов в атмосферу, а также деятельности по внедрению современных систем автоматического контроля выбросов загрязняющих веществ отечественного производства.

В отношении нестационарных источников в городах-миллионниках, ядрах крупных и крупнейших городских агломераций видится перспективным развитие инфраструктуры для электромобилей, что потенциально может снизить объемы выхлопа загрязняющих веществ от личного транспорта,

¹⁵ Наилучшая доступная технология – это технология производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг, определяемая на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания критериев достижения целей охраны окружающей среды при условии наличия технической возможности применения. (О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 21.07.2014 № 219-ФЗ (ред. от 08.08.2024; с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2024).

¹⁶ В 2018–2024 гг. входил в состав национального проекта «Экология», с 2025 года вошел в состав национального проекта «Экологическое благополучие» (Федеральный проект «Чистый воздух». URL: <https://mnr-air.ru/about>; Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. URL: https://www.mnr.gov.ru/activity/environmental_well-being/federalnyy-proekt-chistyy-vozdukh).

а также создание системы государственной финансовой или организационной поддержки для владельцев такого транспорта. Актуальны строительство новых и модернизация, восстановление существующих троллейбусных сетей в городах, расширение парка электробусов. Реализация указанных мер должна осуществляться методами и инструментами, не дублирующими методы и инструменты других государственных программ и проектов (например, программы «Развитие транспортной системы»), либо иметь иную географию.

Заключение

В ходе исследования проведена оценка взаимосвязи показателей ВРП и загрязнения окружающей среды на материалах 85 регионов России за период 2014–2022 гг. Для этого предложен методический подход, основу которого составляет инструмента-

рий пространственной эконометрики, в частности регрессионное моделирование на панельных данных. Его применение позволило выявить зависимость между уровнем подушевого ВРП (результатирующий показатель экономического роста) каждого региона России и показателями загрязнения окружающей среды не только в нем, но и в остальных регионах, что указывает на необходимость государственного регулирования сферы экологии преимущественно на национальном, а не региональном уровне.

Результаты исследования могут быть использованы представителями органов государственной власти при совершенствовании политики территориального (пространственного) развития, научными сотрудниками – при преодолении проблем взаимосвязи экономического роста и состояния окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

- Барабошкина А.В., Кудрявцева О.В. (2023). Экстернальные издержки от автомобильного транспорта в контексте перехода к низкоуглеродной экономике: российский опыт // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. № 3 (58). С. 137–156. DOI: 10.55959/MSU0130-0105-6-58-3-7
- Бобылев С.Н., Барабошкина А.В., Курдин А.А., Яковлева Е.Ю., Бубнов А.С. (2025). Национальные цели развития России и ключевые индикаторы устойчивости // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. № 1 (60). С. 40–59. DOI: 10.55959/MSU0130-0105-6-60-1-3
- Бурматова О.П. (2023). Экологическое регулирование на основе наилучших доступных технологий: проблемы и тенденции // Мир экономики и управления. Т. 23. № 3. С. 21–34. DOI: 10.25205/2542-0429-2023-23-3-21-34
- Голова Е.Е., Баранова И.В. (2022). Роль и влияние экономических процессов на экологию России // Фундаментальные исследования. № 4. С. 12–17. DOI: 10.17513/fr.43231
- Голова Е.Е., Гапон М.Н. (2022). Влияние экономики на экологическое развитие региона (на примере Омской области) // Вестник Алтайской академии экономики и права. № 5–1. С. 11–16.
- Григорьев Л.М., Макаров И.А., Соколова А.К., Павлюшина В.А., Степанов И.А. (2020). Изменение климата и неравенство: потенциал для совместного решения проблем (на русском и английском языках) // Вестник международных организаций. Т. 15. № 1. С. 7–30. DOI: 10.17323/1996-7845-2020-01-01
- Демидова О.А., Тимофеева Е.А. (2021). Пространственные аспекты оценки кривой заработной платы в России // Журнал Новой экономической ассоциации. № 3. С. 69–101. DOI: 10.31737/2221-2264-2021-51-3-4
- Дружинин П.В., Шкиперова Г.Т. (2014). Оценка взаимовлияния экономических и экологических процессов // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. № 2. С. 213–224. DOI: 10.15838/esc/2014.2.32.16

- Дружинин П.В., Шкиперова Г.Т., Поташева О.В., Зимин Д.А. (2020). Оценка влияния развития экономики на загрязнение воздушной среды // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. № 2. С. 125–142. DOI: 10.15838/esc.2020.2.68.8
- Дубовик М.В., Дмитриев С.Г. (2025). Пространственные эффекты в распределении реальных денежных доходов населения России: эконометрический анализ и рекомендации для региональной политики // KANT. № 14. С. 33–40. DOI: 10.24923/2222-243X.2025-54.6
- Замятина М.Ф. (2021). Экологическая компонента социального сектора экономики региона в контексте устойчивого развития // Экономика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития. № 4 (67). С. 4–18. DOI: 10.52897/2411-4588-2021-4-4-18
- Иванова В. (2019). ВРП и загрязнение окружающей среды в регионах России: пространственно-эконометрический анализ // Квантиль. № 14. С. 53–62.
- Курбацкий А.Н., Шаклеина Е.И. (2022). Экономический рост и загрязнение окружающей среды в США и России: сравнительный пространственно-эконометрический анализ // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. № 2. С. 92–107. DOI: 10.15838/esc.2022.2.80.6
- Мариев О.С., Давидсон Н.Б., Борзова И.А. (2021). Моделирование влияния урбанизации на загрязнение атмосферы в российских регионах // Журнал экономической теории. Т. 18. № 4. С. 627–641. DOI: 10.31063/2073-6517/2021.18-4.11
- Патракова С.С. (2025). Влияние автотранспортной связности на экономический рост регионов: эконометрическое моделирование // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. Т. 18. № 1. С. 89–105. DOI: 10.15838/esc.2025.1.97.5
- Порфирьев Б.Н., Колпаков А.Ю., Елисеев Д.О. [и др.] (2025). Экономические эффекты изменения климата в России // Проблемы прогнозирования. № 2. С. 20–36. DOI: 10.47711/0868-6351-209-20-36
- Пыжев А., Шарафутдинов Р., Зандер Е. (2021). Экологические последствия развития крупных промышленных городов в ресурсных регионах (на примере Красноярска) // ЭКО. № 7. С. 40–55. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2021-7-40-55
- Ростова Е.П., Черепанова Е.С. (2020). Анализ взаимосвязи ВРП и вредных выбросов в регионах ПФО // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. № 2. С. 151–156.
- Суворов Н.В., Ахунов Р.Р., Губарев Р.В., Дзюба Е.И., Файзуллин Ф.С. (2020). Применение производственной функции Кобба – Дугласа для анализа промышленного комплекса региона // Экономика региона. Т. 16. № 1. С. 187–200. DOI: 10.17059/2020-1-14
- Шалаева Л.В. (2022). Оценка инновационной активности российских организаций в разрезе федеральных округов // Экономика, предпринимательство и право. Т. 12. № 10. С. 2821–2834. DOI: 10.18334/epp.12.10.116299
- Acheampong A.O., Opoku E.E.O. (2023). Environmental degradation and economic growth: Investigating linkages and potential pathways. *Energy Economics*, 123, 106734. DOI: 10.1016/j.eneco.2023.106734
- Chen Y., Tang J. (2024). The impact of economic growth targets on the level of green development-A perspective on officials' promotion incentives and environmental regulations. *Journal of Environmental Management*, 368, 122056. DOI: 10.1016/j.jenvman.2024.122056
- Ekonomou G., Halkos G. (2023). Exploring the impact of economic growth on the environment: An overview of trends and developments. *Energies*, 16(11), 4497. DOI: 10.3390/en16114497
- Kilinc-Ata N., Likhachev V.L. (2022). Validation of the environmental Kuznets curve hypothesis and role of carbon emission policies in the case of Russian Federation. *Environmental Science and Pollution Research International*, 29, 63407–63422. DOI: 10.1007/s11356-022-20316-9
- Kulasinghe D., Wijerathna I. (2023). *Effect of Economic Development on Environmental Pollution: A Comparative Analysis between Developed and Developing Countries*. Available at: https://www.researchgate.net/publication/384087669_Effect_of_economic_development_on_environmental_pollution_A_comparative_analysis_between_developed_and_developing_countries

- Yan C., Li H., Li Z. (2022). Environmental pollution and economic growth: Evidence of SO₂ emissions and GDP in China. *Frontiers in Public Health*, 10, 930780. DOI: 10.3389/fpubh.2022.930780
- York R., Rosa E.A., Dietz T. (2003). STIRPAT, IPAT and ImPACT: Analytic tools for unpacking the driving forces of environmental impacts. *Ecological Economics*, 46, 3, 351–365. DOI: 10.1016/S0921-8009(03)00188-5

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Светлана Сергеевна Патракова – кандидат экономических наук, научный сотрудник, Вологодский научный центр Российской академии наук (Российская Федерация, 160014, г. Вологда, ул. Горького, д. 56а; e-mail: sspatrakova@bk.ru)

Дарья Сергеевна Палкина – младший научный сотрудник, Агентство мониторинга и социологических исследований (Российская Федерация, 160000, г. Вологда, ул. Козленская, д. 33; e-mail: palkina.darya2014@yandex.ru)

Patrakova S.S., Palkina D.S.

ASSESSING THE RELATIONSHIP BETWEEN ECONOMIC GROWTH IN RUSSIAN REGIONS AND ENVIRONMENTAL POLLUTION

In the context of the turbulence of the global economy and geopolitics, the task of ensuring accelerated economic growth of the regions by increasing the efficiency of using internal potential: natural resources, human resources, scientific and technological, etc. is strategically important for the Russian Federation. However, the solution to this problem, as noted by scientists and public administration practitioners, must necessarily take into account the environmental aspects of territorial development, current and future anthropogenic impact on the environment. Underestimation of these aspects can lead to irreversible consequences in the field of climate change, degradation of natural resources, deterioration of public health and reduction of the total economic potential of territories. The aim of the study is to assess the impact of environmental pollution on the economic growth of Russian regions. To achieve it, we used general scientific methods (generalization, analysis, synthesis) and methods of spatial econometrics (construction of multiple regression models with spatial lags, calculation of local spatial autocorrelation indices). As a result, we found that, in general, in Russia's regions, an increase in the gross regional product is accompanied, on the one hand, by an increase in emissions of pollutants into the atmosphere from stationary sources and the number of passenger vehicles, and, on the other, by a decrease in discharges of contaminated wastewater into surface water bodies. The paper substantiates the clustering of regions in the country's space according to the level of per capita GRP and the most significant indicator of environmental pollution affecting it – emissions of pollutants into the atmospheric air. The paper proposes the directions of reducing emissions of such substances into the atmosphere. The results of the work contribute to the substantiation of the relationship between environmental factors and the economic growth of Russian regions and can be used by researchers in conducting research on similar topics, government authorities in the development of strategic documents and specific projects for the development of territories.

Region, economic growth, gross regional product, environmental pollution, ecology, spatial econometrics, emissions of pollutants into the atmosphere.

REFERENCES

- Acheampong A.O., Opoku E.E.O. (2023). Environmental degradation and economic growth: Investigating linkages and potential pathways. *Energy Economics*, 123, 106734. DOI: 10.1016/j.eneco.2023.106734

- Baraboshkina A.V., Kudryavtseva O.V. (2023). External costs of road transport in the context of the transition to a low-carbon economy: Russian experience. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 6: Ekonomika=Moscow University Economics Bulletin*, 3(58), 137–156. DOI: 10.55959/MSU0130-0105-6-58-3-7 (in Russian).
- Bobylev S.N., Baraboshkina A.V., Kurdin A.A., Yakovleva E.Yu., Bubnov A.S. (2025). The national development goals of Russia and key sustainability indicators. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 6: Ekonomika=Moscow University Economics Bulletin*, 1(60), 40–59. DOI: 10.55959/MSU0130-0105-6-60-1-3 (in Russian).
- Burmatova O.P. (2023). Environmental regulation based on the best available technologies: Problems and trends. *Mir ekonomiki i upravleniya=World of Economics and Management*, 23(3), 21–34. DOI: 10.25205/2542-0429-2023-23-3-21-34 (in Russian).
- Chen Y., Tang J. (2024). The impact of economic growth targets on the level of green development-A perspective on officials' promotion incentives and environmental regulations. *Journal of Environmental Management*, 368, 122056. DOI: 10.1016/j.jenvman.2024.122056
- Demidova O.A., Timofeeva E.A. (2021). Spatial aspects of wage curve estimation in Russia. *Zhurnal Novoi ekonomicheskoi assotsiatsii*, 3, 69–101. DOI: 10.31737/2221-2264-2021-51-3-4 (in Russian).
- Druzhinin P.V., Shkiperova G.T. (2014). Assessment of mutual influence of economic and ecological processes. *Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz=Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 2, 213–224. DOI: 10.15838/esc/2014.2.32.16 (in Russian).
- Druzhinin P.V., Shkiperova G.T., Potasheva O.V., Zimin D.A. (2020). The assessment of the impact of the economy's development on air pollution. *Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz=Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 2, 125–142. DOI: 10.15838/esc.2020.2.68.8 (in Russian).
- Dubovik M.V., Dmitriev S.G. (2025). Spatial effects in the distribution of cash incomes of Russia: Econometric analysis and regional policy recommendations. *KANT*, 14, 33–40. DOI: 10.24923/2222-243X.2025-54.6 (in Russian).
- Ekonomou G., Halkos G. (2023). Exploring the impact of economic growth on the environment: An overview of trends and developments. *Energies*, 16(11), 4497. DOI: 10.3390/en16114497
- Golova E.E., Baranova I.V. (2022). The role and influence of economic processes on the environment of Russia. *Fundamental'nye issledovaniya=Fundamental Researcher*, 4, 12–17. DOI: 10.17513/fr.43231 (in Russian).
- Golova E.E., Gapon M.N. (2022). The impact of the economy on the ecological development of the region (on the example of the Omsk region). *Vestnik Altaiskoi akademii ekonomiki i prava*, 5–1, 11–16 (in Russian).
- Grigoryev L.M., Makarov I.A., Sokolova A.K., Pavlyushina V.A., Stepanov I.A. (2020). Climate change and inequality: How to solve these problems jointly. *Vestnik mezhdunarodnykh organizatsii=International Organisations Research Journal*, 15(1), 7–30. DOI: 10.17323/1996-7845-2020-01-01 (in Russian).
- Ivanova V. (2019). GRP and environmental pollution in Russia's regions: Spatial econometric analysis. *Kvantil'*, 14, 53–62 (in Russian).
- Kilinc-Ata N., Likhachev V.L. (2022). Validation of the environmental Kuznets curve hypothesis and role of carbon emission policies in the case of Russian Federation. *Environmental Science and Pollution Research International*, 29, 63407–63422. DOI: 10.1007/s11356-022-20316-9
- Kulasinghe D., Wijerathna I. (2023). *Effect of Economic Development on Environmental Pollution: A Comparative Analysis between Developed and Developing Countries*. Available at: https://www.researchgate.net/publication/384087669_Effect_of_economic_development_on_environmental_pollution_A_comparative_analysis_between_developed_and_developing_countries
- Kurbatskiy A.N., Shakleina E.I. (2022). Economic growth and environmental pollution in the USA and Russia: Comparative spatial-econometric analysis. *Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii,*

- prognoz=Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 2, 92–107. DOI: 10.15838/esc.2022.2.80.6 (in Russian).
- Mariev O.S., Davidson N.B., Borzova I.A. (2021). The impact of urbanization on atmospheric pollution in Russian regions. *Zhurnal ekonomicheskoi teorii=Russian Journal of Economic Theory*, 18(4), 627–641. DOI: 10.31063/2073-6517/2021.18-4.11 (in Russian).
- Patrakova S.S. (2025). The impact of road connectivity on economic growth of regions: Econometric modeling. *Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz=Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 18(1), 89–105. DOI: 10.15838/esc.2025.1.97.5 (in Russian).
- Porfir'ev B.N., Kolpakov A.Yu., Eliseev D.O. et al. (2025). Economic effects of climate change in Russia. *Problemy prognozirovaniya=Studies on Russian Economic Development*, 2, 20–36. DOI: 10.47711/0868-6351-209-20-36 (in Russian).
- Pyzhev A., Sharafutdinov R., Zander E. (2021). Environmental consequences of the economic development of large industrial cities in resource regions (a case study of Krasnoyarsk, Russia). *EKO=ECO Journal*, 7, 40–55. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2021-7-40-55 (in Russian).
- Rostova E.P., Cherepanova E.S. (2020). Analysis of the relationship between GRP and harmful emissions in the Volga Federal District. *Vestnik Samarskogo universiteta. Ekonomika i upravlenie=Vestnik of Samara University. Economics and Management*, 2, 151–156 (in Russian).
- Shalaeva L.V. (2022). Innovative activity of Russian companies in the context of federal districts. *Ekonomika, predprinimatel'stvo i pravo=Journal of Economics, Entrepreneurship and Law*, 12(10), 2821–2834. DOI: 10.18334/epp.12.10.116299 (in Russian).
- Suvorov N.V., Akhunov R.R., Gubarev R.V., Dzyuba E.I., Fayzullin F.S. (2020). Applying the Cobb-Douglas production function for analysing the region's industry. *Ekonomika regiona=Economy of Region*, 16(1), 187–200. DOI: 10.17059/2020-1-14 (in Russian).
- Yan C., Li H., Li Z. (2022). Environmental pollution and economic growth: Evidence of SO₂ emissions and GDP in China. *Frontiers in Public Health*, 10, 930780. DOI: 10.3389/fpubh.2022.930780
- York R., Rosa E.A., Dietz T. (2003). STIRPAT, IPAT and ImPACT: Analytic tools for unpacking the driving forces of environmental impacts. *Ecological Economics*, 46, 3, 351–365. DOI: 10.1016/S0921-8009(03)00188-5
- Zamyatina M.F. (2021). The ecological component of the social sector of the regional economy in the context of sustainable development. *Ekonomika Severo-Zapada: problemy i perspektivy razvitiya*, 4(67), 4–18. DOI: 10.52897/2411-4588-2021-4-4-18 (in Russian).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Svetlana S. Patrakova – Candidate of Sciences (Economics), Researcher, Vologda Research Center, Russian Academy of Sciences (56A, Gorky Street, Vologda, 160014, Russian Federation; e-mail: sspatrakova@bk.ru)

Darya S. Palkina – Junior Researcher, Agency for Monitoring and Sociological Research (33, Kozlyonskaya Street, Vologda, 160000, Russian Federation; e-mail: palkina.darya2014@yandex.ru)