

DOI: <https://doi.org/10.15688/re.volsu.2025.4.12>

UDC 332:353:504.06

LBC 65.05



Submitted: 02.08.2025

Accepted: 10.09.2025

EFFICIENCY OF AIR PROTECTION POLICY IN REGIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION: COMPARATIVE DATA ANALYSIS

Lyudmila Yu. Bogachkova

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Ekaterina D. Ershova

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Abstract. In modern Russia, a wide range of measures that are aimed at atmosphere protection are realized. Their success depends on the effective monitoring of goals set. It is advisable to supplement operational control over physical parameters, such as the concentration of harmful substances in the atmosphere, with interregional comparisons of measures' effectiveness in protecting atmospheric air and assessing the decoupling of economic growth from harmful emissions to identify best practices and bottlenecks. The purpose of this paper is to assess the effectiveness of air protection policy in the regions of the Russian Federation based on data from the Federal Service for State Statistics for 2017–2023. The authors use general scientific methods of analysis and synthesis, the Tapio method for assessing and visualizing the diversification of territories by the degree of decoupling of the growth of GRP and harmful emissions, techniques for constructing composite statistical indices, and methods of descriptive statistics. Unlike other works, this one considers the issue of not only CO₂ but also all harmful emissions. It was revealed that most regions of the Russian Federation demonstrate significant positive decoupling (with economic growth and reduction of emissions), which corresponds to the imperative of their sustainable development. The conclusion is supported by the mean of the positive decoupling index (-4.7) and the modal interval (-4; 0). The composite index of air protection measures' effectiveness is calculated as the geometric mean of three indicators: the volume of captured and neutralized emissions from stationary sources, the reforestation area, and the inverse value of harmful substances from stationary sources. Modal interval (1.0; 1.1) indicates a favorable assessment of the effectiveness of the environmental protection policy for the indicators under consideration. We have identified both leading regions, whose experiences can be scaled, and outsider regions, where economic growth alongside the reduction of harmful emissions has yet to be achieved. Efforts to reduce emissions, capture and neutralize harmful substances, and promote reforestation should be intensified. *Authors' contribution.* L.Yu. Bogachkova – formulation of the problem, selection of data, development of article concept, analysis and interpretation of results, editing the text of the article; E.D. Ershova – literature review, calculations and preparation of their tabular and graphical illustrations, participation in the analysis and reliable results, preparation of the text of the article.

Key words: ecological and economic development, decoupling of economic growth and emissions of harmful substances, air protection policy, index method, interregional data analysis, environmental policy effectiveness, volume of captured and neutralized emissions, reforestation.

Citation. Bogachkova L.Yu., Ershova E.D., 2025. Efficiency of Air Protection Policy in Regions of the Russian Federation: Comparative Data Analysis. *Regionalnaya ekonomika. Yug Rossii* [Regional Economy. South of Russia], vol. 13, no. 4, pp. 130-142. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/re.volsu.2025.4.12>

РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ ПОЛИТИКИ ОХРАНЫ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В РЕГИОНАХ РФ: КОМПАРАТИВНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ

Людмила Юрьевна Богачкова

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Екатерина Денисовна Ершова

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. В современной России реализуется широкий круг мер, направленных на охрану атмосферы, успех которых зависит от эффективности мониторинга достижения поставленных целей. Оперативный контроль за физическими параметрами, такими как концентрация вредных веществ в атмосфере, целесообразно дополнять межрегиональными сравнениями результативности мер по охране атмосферного воздуха и оценкой декарбонизации экономического роста и вредных выбросов для выявления лучших практик и узких мест. Цель данной работы – оценить результативность политики охраны атмосферного воздуха в регионах РФ на основе данных Росстата за 2017–2023 годы. Авторы используют общенаучные методы анализа и синтеза, метод Тапиро для оценки и визуализации диверсификации территорий по степени декарбонизации роста ВРП и вредных выбросов, приемы построения композитных статистических индексов, методы дескриптивной статистики. В отличие от других работ, рассматривается эмиссия не только CO_2 , а всех вредных выбросов. Выявлено, что большинство регионов РФ демонстрируют значительный позитивный декарбонизация (при экономическом росте и сокращении выбросов), что соответствует императиву их устойчивого развития. Это подтверждается средним значением позитивного индекса декарбонизации (–4,7) и модальным интервалом (–4; 0). Композитный индекс результативности мер по охране атмосферного воздуха в данной работе рассчитывается как средняя геометрическая величина трех показателей: объем уловленных и обезвреженных вредных выбросов от стационарных источников; площадь лесовосстановления; величина, обратная к объему выбросов вредных веществ от стационарных источников. Модальный интервал (1,0; 1,1) говорит о положительной оценке результативности политики охраны окружающей среды по рассматриваемым показателям. Выявлены как регионы-лидеры, опыт которых может быть масштабирован, так и регионы-аутсайдеры, где обеспечение экономического роста при сокращении выбросов вредных веществ еще предстоит обеспечить, а усилия по сокращению объемов выбросов, по улавливанию и обезвреживанию вредных веществ, а также по лесовосстановлению целесообразно интенсифицировать. *Вклад авторов.* Л.Ю. Богачкова – постановка задачи, подбор данных, разработка концепции статьи, анализ и интерпретация результатов, редактирование текста статьи; Е.Д. Ершова – обзор литературы, осуществление расчетов и подготовка их табличной и графической иллюстрации, участие в анализе и интерпретации результатов, подготовка текста статьи.

Ключевые слова: эколого-экономическое развитие, декарбонизация экономического роста и эмиссии вредных веществ, политика охраны атмосферного воздуха, индексный метод, межрегиональный анализ данных, результативность экологической политики, объем уловленных и обезвреженных выбросов, лесовосстановление.

Цитирование. Богачкова Л. Ю., Ершова Е. Д., 2025. Результативность политики охраны атмосферного воздуха в регионах РФ: компаративный анализ данных // Региональная экономика. Юг России. Т. 13, № 4. С. 130–142. DOI: <https://doi.org/10.15688/re.volsu.2025.4.12>

Введение

Обеспечение устойчивого, сбалансированного эколого-экономического развития является одной из важнейших глобальных проблем в современных условиях, когда значительная часть процессов производства и жизнедеятельности населения, а также ряд природных явлений связаны с выбросом в атмосферу загрязняющих веществ, которые оказывают негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека.

Российская государственная политика в сфере экологии и охраны атмосферного воздуха регулируется федеральными законами, документами стратегического планирования и другими нормативно-правовыми актами. Меры по снижению эмиссии вредных веществ включают: разработку и внедрение технологий по сокращению объемов выбросов; контроль за соблюдением нормативов; переход к экологически чистым технологиям; использование альтернативных источников энергии; охрану, сбережение и приумножение

площадей лесонасаждений и водных ресурсов с учетом их способности поглощать выбросы углекислого газа и других вредных веществ.

Правовой основой для охраны атмосферного воздуха в России является специальный Федеральный закон [Федеральный закон № 96-ФЗ, 1999]. Надзор за его выполнением осуществляется Росприроднадзором и органами исполнительной власти субъектов РФ. При этом граждане и общественные организации также имеют право контролировать состояние атмосферного воздуха. Для регионов предусмотрена возможность вводить дополнительные экологические требования по отношению к требованиям, установленным на федеральном уровне.

Основные целевые показатели результативности государственной политики РФ в сфере охраны атмосферного воздуха установлены в Указе Президента РФ «О сокращении выбросов парниковых газов» [Указ Президента РФ № 666, 2020], Климатической доктрине РФ [Указ Президента РФ № 812, 2023], национальном проекте «Экология» (с 2019 по 2024 г.) [Национальный проект «Экология», 2018] и в его продолжении – национальном проекте «Экологическое благополучие» (с 2025 по 2030 г.) [Национальный проект «Экологическое благополучие», 2025].

Национальный проект (НП) «Экология» (2019–2024 гг.) включал в себя, среди прочих, федеральные проекты «Чистый воздух», «Сохранение лесов» и «Комплексная система мониторинга качества окружающей среды». С 2019 г. проект «Чистый воздух» стартовал в 12 промышленных центрах, а с 01.09.2023 к проекту присоединился еще 31 город с высоким уровнем загрязнения воздуха.

В 2020 г. в Указе Президента РФ поставлена задача сократить выбросы парниковых газов к 2030 г. до 70 % от уровня 1990 г. [Указ Президента РФ № 666, 2020]. Климатическая доктрина 2023 г. предписывает достижение в России углеродной нейтральности (баланса между антропогенными выбросами парниковых газов и их поглощением) к 2060 г. [Указ Президента РФ № 812, 2023]. В этом документе определены также дополнительные меры по декарбонизации отраслей экономики и увеличению поглощающей способности экосистем, что позволит обеспечить к 2030 г. сокращение объема выбросов парниковых газов до 54 % (а не до 70 %) от уровня 1990 года.

НП «Экология» был разработан во исполнение майского Указа Президента РФ 2018 г.

[Указ Президента РФ № 204, 2018, 2024] и утвержден 24 декабря 2018 года. Несмотря на то что он был рассчитан на период с 2019 по 2024 г., ряд целевых показателей, установленных в паспорте проекта, соответствуют более отдаленному горизонту планирования. НП «Экология», в частности, предполагал [Национальный проект «Экология», 2018]:

- снижение совокупного объема выбросов опасных загрязняющих веществ в городах – участниках проекта к 2024 г. – на 15 %, а к 2026 г. – на 20 % от уровня 2017 г.;

- сохранение лесов страны в целях обеспечения комфортной и безопасной среды для жителей России, в том числе восстановить к 2030 г. процент лесистости территории страны и довести его до уровня 2020 г. (46,40 %) для обеспечения поглощения лесами углерода в объеме 620 млн т в год;

- повышение отношения площади лесовосстановления и лесоразведения к площади вырубленных и погибших лесных насаждений с 62,3 % в 2018 г. до 100 % в 2024 году.

Федеральный проект «Чистый воздух» (2019–2024 гг.) включал в себя следующие основные направления: модернизацию промышленных предприятий и энергетики; экологизацию транспортной инфраструктуры; повышение энергоэффективности и использования экологически чистых источников энергии; создание и модернизацию систем управления качеством воздуха; мероприятия по повышению осведомленности граждан о проблемах загрязнения воздуха, популяризацию экологически чистого образа жизни; совершенствование законодательства в области охраны окружающей среды и атмосферного воздуха [Паспорт национального проекта «Экология», 2018].

Федеральный проект «Сохранение лесов» (2019–2024 гг.) предусматривал широкий спектр мероприятий, направленных на контроль над вырубкой лесов, восстановление вырубленных участков, устойчивое лесопользование, содействие развитию системы охраны и контроля за лесами, а также научные исследования в области лесного хозяйства [Паспорт национального проекта «Экология», 2018].

В 2021–2024 гг. в рамках НП «Экология» осуществлялся также федеральный проект «Комплексная система мониторинга качества окружающей среды». К 2024 г. разработан модуль «Мониторинг атмосферного воздуха» ФГИС «Экомониторинг», который содержит информацию о состоянии атмосферного воздуха в 266 населенных пунктах России. Работа по совершенствованию

этого модуля продолжается [Национальный проект «Экология», 2018].

Таким образом, в современной России реализуется широкий круг мер, направленных на охрану атмосферы. Успех реализации проводимой политики зависит от эффективности мониторинга достижения поставленных целей. Оперативный контроль за физическими параметрами, такими как концентрация вредных веществ в атмосфере, целесообразно дополнять межрегиональными сравнениями результативности мер по охране атмосферного воздуха с оценкой декарпинга экономического роста и вредных выбросов для выявления лучших практик и узких мест. Востребованы независимые исследования, основанные на анализе доступных официальных данных.

Обзор литературы

Наиболее распространенные научные подходы к изучению проблемы загрязнения и охраны атмосферного воздуха на макро- и мезоуровнях заключаются в применении индексных методов; близких к ним методов рейтинговых оценок; методов кластерного анализа.

Значительная часть исследований, основанных на расчете композитных индексов, посвящена изучению концентрации в воздухе ряда вредных примесей и других физических параметров, таких как температура, влажность воздуха и пр. [Мещурова, 2020; Абидов, 2024]. Расчеты таких индексов важны для изучения взаимосвязи уровня экологического загрязнения определенной территории с соответствующими рисками для здоровья населения [Искандарова и др., 2019; Долгушина, Кувшинова, 2019]. Результаты подобных оценок важны для принятия управленческих решений и совершенствования планирования природоохранных мероприятий не только для наиболее загрязненных территорий, но и для сравнительно благополучных в экологическом смысле регионов.

Можно выделить и другую группу публикаций, в которых индексы загрязнения атмосферы рассчитываются с учетом взаимосвязи экономических и экологических показателей.

В работе [Богачкова, Ершова, 2025] на основе индексного метода декомпозиции прироста эмиссии вредных веществ по вкладам в него основных факторов установлено, что за 2017–2023 гг. прирост валового продукта в углеродоемких отраслях российской экономики составил

+14,93 %, а объем выбросов увеличился без малого на 2 %. При этом вклады в прирост эмиссии со стороны факторов экономического роста, структурных сдвигов и технологических улучшений составили, соответственно, около +15 %, -12 % и -1 %. Такой показатель свидетельствует о высокой результативности государственной политики в области охраны атмосферного воздуха. Важно подчеркнуть, что темп экономического роста значительно превзошел темп увеличения объемов выбросов в атмосферу. Такое явление известно как декарпинг темпов экономического роста и эмиссии вредных веществ [Ершова, Богачкова, 2025].

Декарпинг представляет собой снижение степени зависимости между какими-либо явлениями, в данном случае между ростом экономики и загрязнением окружающей среды [Проконьев, 2020]. Изучение декарпинга в контексте рассматриваемой темы представляет собой отдельное многочисленное направление исследований, мощным импульсом для развития которого послужила основополагающая статья П. Тапио, в которой изучен управляемый процесс ослабления взаимозависимости между выбросами углерода, потреблением ископаемой энергии и ВВП Китая [Тапио, 2005]; раскрыта сущность явления декарпинга и предложена классификация его видов; предложен способ графической визуализации дифференциации территорий по видам декарпинга, известный в настоящее время как диаграмма Тапио [Wang et al., 2016].

Широко распространен также методический подход, при котором на первом этапе для сопоставимых территорий рассчитываются индексы, характеризующие загрязнение и результативность охраны атмосферного воздуха, а затем осуществляется ранжирование и построение рейтингов этих территорий. Так, в работе Я. Шелкова предложен индекс, который можно использовать для сравнительного анализа потенциалов регионов в сфере перехода к «зеленой» экономике [Шелков, 2020].

При расчете индексов учитываются такие факторы, как ресурсоемкость и углеродоемкость ВРП, а также уровень загрязнения атмосферы выбросами от предприятий энергетики, уровень загрязнения поверхностных вод сточными водами. Затем композитные индексы нормируются, а территории ранжируются, определяется место каждой территории в общем рейтинге. Расчет индекса для региона исследования и его сравнение с другими территориями показывают, насколько

ко велик потенциал региона для перехода к «зеленой» экономике. Общероссийская общественная организация «Зеленый патруль» также использует метод рейтинговых оценок для построения национального экологического рейтинга регионов РФ [Национальный экологический рейтинг, 2025], однако способ расчета рейтинговых оценок не раскрывает.

В региональных исследованиях проблем загрязнения и охраны атмосферного воздуха применяются также методы кластерного анализа. Так, например, А. Земнуховой и В. Немовым был применен метод кластеризации регионов России по уровню газификации и объему выбросов [Земнухова, Немов, 2019], что позволило сформировать однородные группы регионов и определить степень их сходства или различия, выявить особенности экологической ситуации субъектов РФ.

Таким образом, существует множество способов мониторинга показателей загрязненности атмосферного воздуха, анализа их динамики и оценки результативности мер, направленных на сокращение эмиссии вредных веществ. Разработка конкретной методики предопределяется конкретизацией цели исследования и доступными для анализа данными.

Цель данной работы – оценить результативность политики охраны атмосферного воздуха в регионах РФ в период с 2017 по 2023 г. на основе компаративного анализа доступных официальных данных. В отличие от других работ, здесь рассматривается эмиссия не только CO_2 , а всех вредных веществ.

Теоретической основой исследования послужили модели и методы, представленные в трудах зарубежных и отечественных авторов. Используются общенаучные методы анализа и синтеза, метод Тапио для оценки и визуализации диверсификации территорий по степени декарплинга экономического роста и вредных выбросов, авторский подход к построению композитного индекса результативности политики охраны атмосферного воздуха на основе доступных официальных данных, методы дескриптивной статистики.

Нормативно-правовую основу работы составили законодательные и нормативные акты Российской Федерации, регулирующие правоотношения в сфере экологии и охраны атмосферного воздуха. Эмпирической основой явились данные Росстата, материалы, опубликованные в периодической печати, размещенные в Интернете, а также авторские расчеты.

Методика исследования

Оценка результативности мер по охране атмосферного воздуха в регионах РФ выполнена на основе межрегионального сравнительного анализа релевантных данных Росстата за 2017–2023 годы. С этой целью решены две подзадачи: исследована дифференциация регионов РФ по индексу декарплинга экономического роста и выбросов вредных веществ в атмосферу; построен и проанализирован композитный рейтинг регионов по темпам роста показателей, характеризующих как объемы эмиссии вредных веществ в атмосферу, так и мероприятия, направленные на их сокращение.

Этап 1. Расчет и компаративный анализ региональных индексов декарплинга экономического роста и выбросов вредных веществ в атмосферу.

Декарплинг – это процесс, при котором масштаб экономической деятельности увеличивается, но не сопровождается ростом загрязнения окружающей среды. Индекс декарплинга представляет собой оценку эластичности эмиссии выбросов по валовому региональному продукту.

Обозначим I – индекс декарплинга; E – совокупный объем эмиссии в атмосферу вредных веществ, отходящих от стационарных и передвижных источников; G – валовый региональный продукт (в постоянных ценах); δE , δG – относительные приращения переменных E , G за рассматриваемый период. Тогда индекс декарплинга, как эластичность объема эмиссии по ВРП, может быть рассчитан по формуле дуговой эластичности (1):

$$I = \frac{\delta E}{\delta G}; \quad \delta E = \frac{E_t - E_0}{(E_t + E_0)/2}; \quad \delta G = \frac{G_t - G_0}{(G_t + G_0)/2}. \quad (1)$$

где индексы 0 и t идентифицируют значения переменных в базисном и отчетном периодах соответственно.

Применительно к рассматриваемому периоду времени получим следующую расчетную формулу (2):

$$I = \frac{(E_{2023} - E_{2017}) \cdot (G_{2017} + G_{2023})}{(E_{2017} + E_{2023}) \cdot (G_{2023} - G_{2017})}. \quad (2)$$

Индекс декарплинга может принимать как отрицательные, так и положительные значения. Отрицательным он может быть в следующих ситуациях:

– когда в регионе наблюдается экономический рост при одновременном снижении вредных выбросов ($\delta E < 0$, $\delta G > 0 \Rightarrow I < 0$);

– и наоборот, когда спад ВРП сопровождается увеличением эмиссии вредных веществ ($\delta E > 0$, $\delta G < 0 \Rightarrow I < 0$).

Положительным индекс может быть также в двух случаях:

– рост ВРП с одновременным ростом выбросов ($\delta E > 0$, $\delta G > 0 \Rightarrow I > 0$);

– и сокращение валового продукта, сопровождающееся уменьшением вредных выбросов ($\delta E < 0$, $\delta G < 0 \Rightarrow I > 0$).

После расчета показателей δE и δG строится диаграмма Тапио, иллюстрирующая диверсификацию регионов в виде рассеяния точек в декартовой системе координат, где по горизонтали – относительное приращение валового продукта региона, а по вертикали – относительное приращение совокупного объема эмиссии вредных выбросов. Диаграмма наглядно показывает, в какую из четырех возможных областей, характеризующих эколого-экономическое развитие, попал регион.

После этого целесообразно провести анализ вариационного ряда регионов по индексу декаплинга для выявления регионов-лидеров и регионов-аутсайдеров.

Отметим, что в литературе, как правило, методом Тапио исследуется зависимость между экономическим ростом и выбросами углекислого газа (CO_2) [Тапио, 2005; Яа, Bin, 2022]. В данной же работе учтены все вредные выбросы, которые исходят от стационарных и передвижных источников, так как все они вносят вклад в загрязнение атмосферы регионов РФ.

На этапе 1 расчеты осуществлялись на основе следующих данных: общий объем выбросов в атмосферу (от стационарных и передвижных источников) за 2017 и 2023 гг. в разрезе регионов РФ (в тыс. т) [Охрана окружающей среды ... , 2018; 2024], а также ВРП регионов за 2017 и 2023 гг. в постоянных ценах 2016 г. (в тыс. руб.) [ВРП ОКВЭД2 ... , 2024].

Этап 2. Расчет и анализ композитного индекса результативности политики охраны атмосферного воздуха, основанного на учете динамики показателей, характеризующих как объем эмиссии, так и объем обезвреживания и поглощения вредных веществ в атмосферу регионов РФ.

В качестве релевантных показателей были отобраны:

1) объем выбросов вредных веществ от стационарных источников;

2) объем уловленных и обезвреженных выбросов от стационарных источников;

3) площадь лесовосстановления (так как леса являются главным поглотителем вредных веществ).

На втором этапе, в отличие от первого, рассматриваются выбросы, исходящие только от стационарных источников, так как данные об уловленных и обезвреженных выбросах производятся Росстатом только от таких источников. Стационарные источники – это конкретные производственные объекты, которые, в отличие от передвижных источников (транспорта), не могут перемещаться и производят наибольший объем вредных выбросов. Сокращение выбросов от стационарных источников – это более сложная и капиталоемкая задача, чем от передвижных источников.

Погодовые значения указанных выше переменных в региональном разрезе доступны на сайте Росстата [Охрана окружающей среды ... , 2018; 2024]. Темпы изменения отобранных показателей за 2017–2023 гг. обозначены T_1 , T_2 , T_3 соответственно.

Композитный индекс результативности мер по охране атмосферного воздуха в данной работе рассчитывается как средняя геометрическая величина по отношению к показателям T_2 , T_3 , $T_1^{(-1)}$ по формуле (3):

$$T = \sqrt[3]{\frac{T_2 \cdot T_3}{T_1}}. \quad (3)$$

При значениях T , больших чем единица ($T > 1$), обобщенный темп роста площади лесонасаждений и объема уловленных и обезвреженных вредных веществ превосходит темп роста объема эмиссии вредных веществ; при $T = 1$ эти темпы близки друг к другу; при $T < 1$ темп роста эмиссии вредных веществ не компенсируется мероприятиями по охране атмосферного воздуха.

Для описания диверсификации регионов по результативности политики охраны атмосферного воздуха строится вариационный ряд распределения субъектов РФ по композитному индексу (3).

Результаты сравнительного межрегионального анализа результативности политики охраны атмосферного воздуха за 2017–2023 годы

Дифференциация регионов РФ по индексу декаплинга экономического роста и выбросов вредных веществ в атмосферу.

На рисунке 1 представлена диаграмма Тапио индексов декаплинга экономического роста

и вредных выбросов в атмосферу в регионах РФ за 2017–2023 гг., рассчитанных по формулам (1)–(2). Такой график позволяет визуализировать взаимосвязь между относительными приростами ВРП (δG) и относительным приращением объемов эмиссии вредных веществ (δE) в регионах РФ. Рассмотрим каждую из четырех четвертей декартовой системы координат.

В четвертую (правую нижнюю) четверть на рисунке 1 попали регионы с сильным положительным декаплингом, где наблюдается рост валового продукта с одновременным сокращением выбросов загрязняющих веществ. Как можно видеть, в этой области оказалось большинство регионов России, что свидетельствует о высоком уровне результативности политики охраны атмосферного воздуха. В их число вошла и Волгоградская область, показав хорошие результаты как по приращению ВРП ($\delta G = +0,06$), так и по сокращению эмиссии вредных веществ ($\delta E = -0,54$).

Согласно формуле (1) это означает, что в Волгоградском регионе с 2017 по 2023 г. вредные выбросы сократились на 46 % (от среднего уровня по отношению к уровням 2017 и 2023 гг.), а ВРП, исчисленный в постоянных ценах 2016 г., увеличился на 6 % (от среднего уровня по отношению к уровням базисного и отчетного периодов).

Лидерами явились Республики Дагестан ($\delta E = -1,29$, $\delta G = +0,11$), Алтай ($\delta E = -0,55$, $\delta G = +0,31$), Калмыкия ($\delta E = -0,87$, $\delta G = +0,27$),

а также город Севастополь ($\delta E = -0,59$, $\delta G = +0,31$): они показывают наилучшие результаты как по сокращению объемов вредных выбросов, так и по приращению ВРП.

Первую (правую верхнюю) четверть обычно делят на три зоны: обширный негативный декаплинг; обширная связь между факторами; слабый декаплинг. В первую четверть попали 5 регионов: Красноярский край ($\delta E = 0,03$, $\delta G = 0,01$); Алтайский край ($\delta E = 0,03$, $\delta G = 0,11$); Магаданская область ($\delta E = 0,09$, $\delta G = 0,16$); Республика Саха ($\delta E = 0,19$, $\delta G = 0,19$); Ямало-Ненецкий АО ($\delta E = 0,04$, $\delta G = 0,19$). Все они оказались в зоне слабого декаплинга. Регионам, попавшим в эту зону, присущ традиционный экономический рост, то есть увеличение ВРП при одновременном росте объемов эмиссии вредных веществ. Однако темпы прироста выбросов заметно отстают от темпов прироста ВРП. Среди этих регионов лидерами по экономическому росту являются Ямало-Ненецкий АО и Республика Саха, а наименьший прирост объемов выбросов демонстрирует Алтайский край.

Ни один из регионов РФ не попал в левую верхнюю четверть – область сильного отрицательного декаплинга, которая характеризуется снижением ВРП при одновременном росте эмиссии вредных веществ. Этот сценарий является наихудшим из возможных, что может быть признаком глубокого кризиса, низкой эффективности

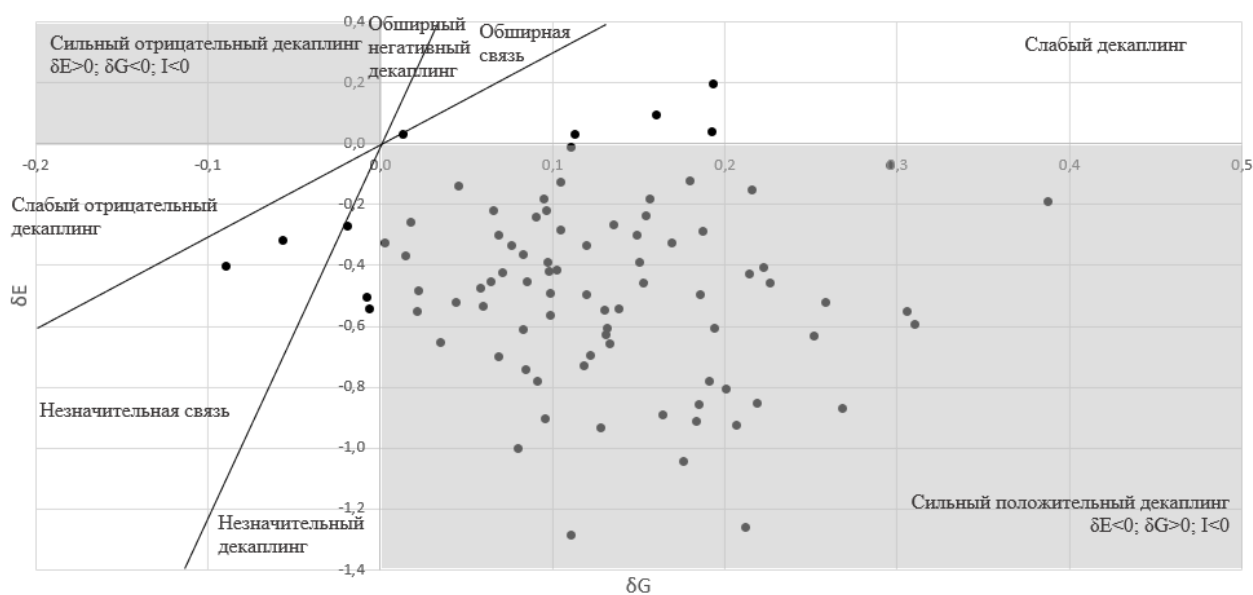


Рис. 1. Диаграмма Тапио индексов декаплинга экономического роста и вредных выбросов в атмосферу в регионах РФ за 2017–2023 годы. Вдоль горизонтальной оси отсчитываются приращения ВРП (δG), а вдоль вертикальной оси – относительные приращения объемов выбросов (δE)

Примечание. Рассчитано по: [Охрана окружающей среды ... , 2018; 2024; ВРП ОКВЭД2, 2024].

производств или отсутствия контроля за выбросами. То, что в эту область не попал ни один регион, положительно характеризует экономическую и экологическую политики регионов РФ.

Третья (левая нижняя) четверть отличается тем, что регионы, попавшие в нее, имеют как спад в экономике, так и уменьшение вредных выбросов. В эту часть диаграммы, как и в первую четверть, попало 5 регионов. Эта область делится на три зоны: слабый отрицательный декаплинг; незначительная связь между изучаемыми факторами; незначительный декаплинг. В первую зону, для которой характерно сокращение выбросов с меньшим темпом, чем сокращение ВРП, не попал ни один регион. Во вторую зону вошли 2 региона: Ненецкий автономный округ ($\delta E = -0,40$, $\delta G = -0,09$) и Республика Коми ($\delta E = -0,32$, $\delta G = -0,06$). Эти территории отличаются тем, что хоть и претерпевают заметный экономический спад, сокращение эмиссии вредных веществ происходит в разы быстрее.

Наконец, третья зона включает в себя Республику Карелия ($\delta E = -0,27$, $\delta G = -0,02$), Архангельскую область ($\delta E = -0,51$, $\delta G = -0,01$) и Мурманскую область ($\delta E = -0,55$, $\delta G = -0,01$). В этих регионах незначительный по величине темп сокращения ВРП сопровождается значительно более высоким темпом уменьшения выбросов, что может быть связано не только с сокращением производства, но и с результативностью экологической политики.

Общее число рассмотренных регионов равно 83 в соответствии с имеющимися данными Росстата. Большинство из них демонстрируют сильный положительный декаплинг. Это означает, что в большинстве регионов РФ рост ВРП сопровождается сокращением вредных выбросов, что указывает на соответствие императивам устойчивого развития страны.

Для более детального исследования диверсификации регионов РФ по результативности

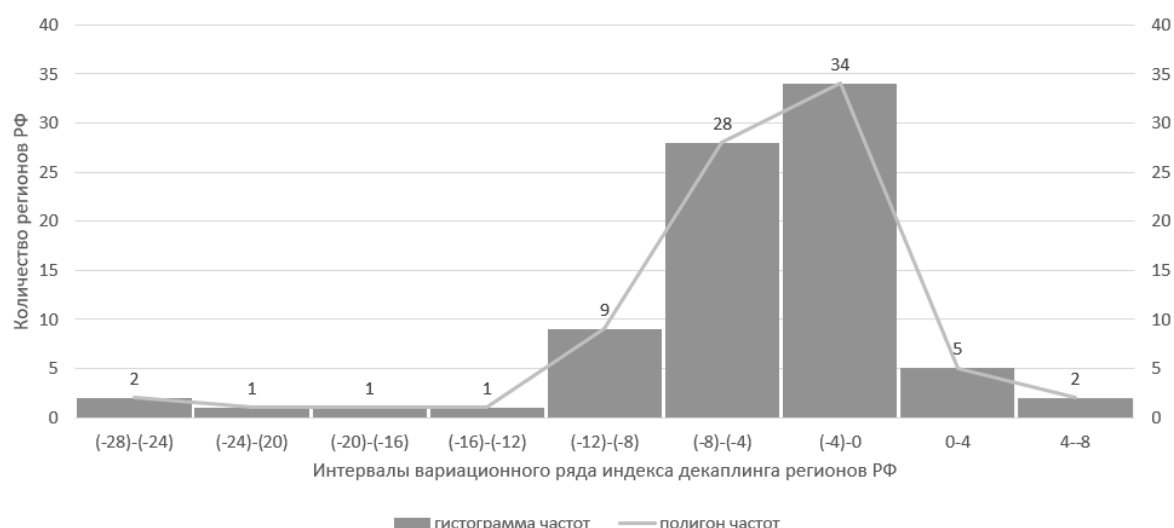


Рис. 2. Распределение регионов РФ по индексу декаплинга экономического роста и объемов эмиссии вредных веществ за период с 2017 по 2023 год

Примечание. Составлено на основе авторских расчетов.

Таблица 1

Параметры распределения регионов РФ по индексу декаплинга экономического роста и объемов эмиссии вредных веществ за 2017–2023 годы

Параметр	Значение
I среднее (ед.)	-4,7
I min (ед.)	-25,6
I max (ед.)	5,7
Мода (ед.)	-3,2
Медиана (ед.)	-4,0
Коэффициент вариации (%)	111,6
Коэффициент асимметрии (A_s , ед.)	0,6
Коэффициент эксцесса (E_k , ед.)	22,4

Примечание. Составлено на основе авторских расчетов.

политики охраны атмосферного воздуха построен и проанализирован вариационный ряд распределения территорий по индексу декаплинга. Гистограмма распределения показана на рисунке 2, а его параметры приведены в таблице 1.

Минимальный и отрицательный индекс декаплинга имеет Архангельская область (без автономного округа) ($I = -25,6$ при $\delta E = -0,55 < 0$, $\delta G = 0,02 > 0$), где сравнительно небольшому относительному приросту ВРП сопутствовало в 25,6 раз большее относительное сокращение вредных выбросов. Максимальный и положительный индекс продемонстрировала Республика Коми ($I = 5,7$ при $\delta E = -0,32 < 0$, $\delta G = -0,06 < 0$), где наблюдались как заметное относительное сокращение ВРП, так и в 5,7 раз большее относительное уменьшение объемов выбросов.

В среднем индекс декаплинга по исследуемой совокупности регионов составил -4,7. Наибольшее количество регионов (34) входит в модальный интервал ($-4 < I < 0$). Коэффициент вариации (111,55 %) показывает, что совокупность регионов РФ качественно неоднородна по индексу декаплинга (см. табл. 1).

Гистограмма на рисунке 1 характеризует значительной правосторонней скошенностью ($As = 0,6$) и островершинностью ($Ek = 22,4$). Ее форма позволяет судить о наличии выраженной тенденции распределения: 62 из 83 рассматриваемых регионов имеют значения индекса декаплинга в диапазоне $(-8; 0)$ и демонстрируют экономический рост при одновременном сокращении объемов эмиссии вредных веществ в атмосферу.

Волгоградская область характеризуется экономическим ростом при одновременном сокращении объема эмиссии вредных веществ. По индексу декаплинга она показывает лучший результат, чем в большинстве регионов РФ, что свидетельствует о соответствии целям устойчивого развития территории и о высоком уровне результативности политики охраны атмосферного воздуха в регионе.

Композитный индекс результативности мер, направленных на охрану атмосферного воздуха в регионах РФ

Все необходимые данные Росстата для расчета по формуле (3) имеются не для всех, а для

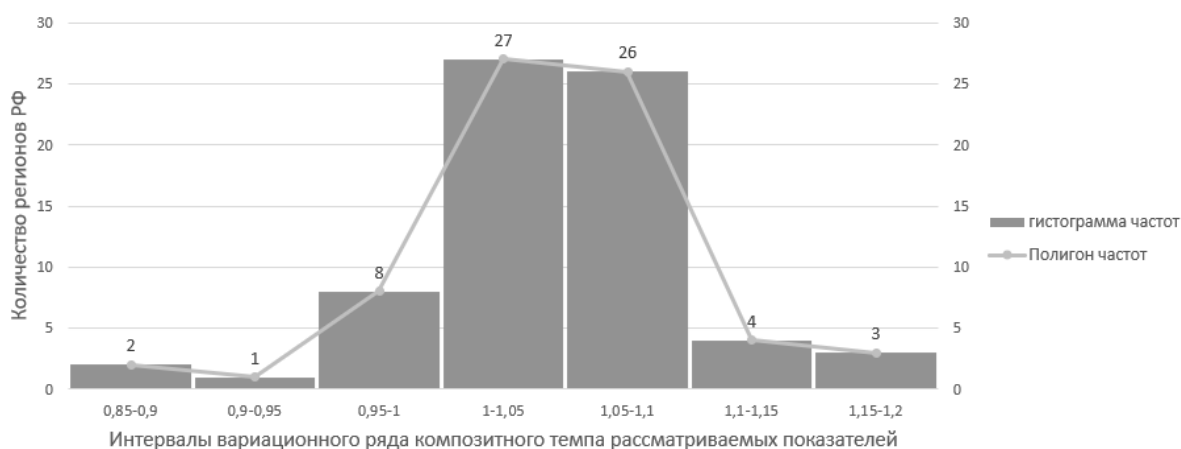


Рис. 3. Распределение регионов РФ по композитному индексу результативности политики в сфере охраны атмосферного воздуха (2017–2023 гг.)

Примечание. Рассчитано по: [Охрана окружающей среды ... , 2018; 2024].

Таблица 2

Параметры распределения регионов РФ по композитному индексу результативности политики в сфере охраны атмосферного воздуха (2017–2023 гг.)

Параметр	Значение
T среднее (ед.)	1,00
T min (ед.)	0,80
T max (ед.)	1,24
Мода (ед.)	1,05
Медиана (ед.)	1,00
Коэффициент вариации (%)	6,38
Коэффициент асимметрии (As , ед.)	-0,25
Коэффициент эксцесса (Ek , ед.)	6,74

Примечание. Составлено на основе авторских расчетов.

71 региона РФ. Так, например, по Республике Ингушетия отсутствуют данные об объемах уловленных и обезвреженных вредных веществ, а также о площади восстановления.

Гистограмма распределения 71 региона РФ по композитному индексу результативности политики в сфере охраны атмосферного воздуха представлена на рисунке 3, а параметры распределения – в таблице 2.

Максимальное значение композитного индекса T продемонстрировала Астраханская область ($T = 1,242$), где обобщенный темп роста показателей улавливания, обезвреживания и поглощения вредных выбросов превосходит темп роста объема этих выбросов ($T > 1$). Минимальное значение T – у Республики Северная Осетия ($T = 0,802$), где рост объемов выбросов не компенсируется мерами по охране атмосферного воздуха. Среднее значение индекса T по всей совокупности регионов оказалось близким к единице ($1,0$), что означает сбалансированную ситуацию в сфере загрязнения и охраны атмосферного воздуха от вредных веществ.

Для наибольшего количества регионов значение индекса T попадает в интервал $(1,0; 1,1)$, что означает позитивную оценку результативности политики охраны окружающей среды. Коэффициент вариации ($6,38\%$) показывает, что рассматриваемая совокупность регионов качественно однородна по исследуемому показателю. Гистограмма имеет незначительную левостороннюю скошенность (коэффициент асимметрии $As = -0,25 < 0$) и «острую вершину» (коэффициент эксцесса $Ek = 6,74 > 0$).

Волгоградская область находится в модальном интервале и имеет значение индекса $T = 1,004$. Это говорит скорее о сбалансированности, чем о высоком уровне результативности мер в сфере охраны атмосферного воздуха. Усилия по сокращению объемов выбросов, по улавливанию и обезвреживанию вредных веществ, а также по лесовосстановлению целесообразно интенсифицировать.

Заключение

В современной России разработан и реализуется широкий круг мер, направленных на охрану атмосферы, успех реализации которых зависит от эффективности мониторинга достижения поставленных целей в пространстве параметров экологической политики. При этом важно обеспечить не просто сокращение выбросов в атмосферу,

которое, в частности, может быть достигнуто путем деиндустриализации, а декаплинг экономического роста и эмиссии вредных веществ, при котором объемы выбросов сокращаются в условиях роста ВРП.

Востребован не только оперативный контроль за физическими параметрами, такими как концентрация вредных веществ в атмосфере территорий РФ, но и регулярные межрегиональные сравнения результативности мер по охране атмосферного воздуха при обеспечении экономического роста для выявления лучших практик и узких мест, совершенствования региональной политики на территориях-аутсайдерах. Для решения этой задачи целесообразны независимые исследования, основанные на анализе доступных официальных данных. Разработка конкретной методики оценки результативности мер экологической политики предопределяется конкретизацией цели исследования и доступными для анализа данными.

В данной работе оценка результативности охраны атмосферного воздуха в регионах РФ за 2017–2023 гг. получена на основе компаративного анализа доступных данных Росстата на основе применения общенаучных и специальных методов, включая метод Тапио для оценки и визуализации диверсификации территорий по степени декаплинга экономического роста и вредных выбросов, авторский подход к построению композитного индекса результативности политики охраны атмосферного воздуха, методы дескриптивной статистики. В отличие от других работ, при расчете индекса декаплинга здесь рассматривается эмиссия не только CO_2 , а всех вредных выбросов.

Установлено, что большинство регионов РФ демонстрируют значительный позитивный декаплинг (при экономическом росте и сокращении выбросов вредных веществ), что соответствует императивам устойчивого развития страны. В среднем индекс декаплинга составил $-4,7$. Модальный интервал для этого индекса оказался равным $(-4; 0)$. Однако коэффициент вариации ($111,55\%$) показывает, что совокупность регионов РФ качественно неоднородна по данному индексу, что свидетельствует о больших различиях между регионами-лидерами и аутсайдерами.

Композитный индекс результативности мер по охране атмосферного воздуха в данной работе рассчитывается как средняя геометрическая величина по отношению к трем показателям: объем уловленных и обезвреженных выбросов от

стационарных источников; площадь лесовосстановления; величина, обратная к объему выбросов вредных веществ от стационарных источников. Для большинства регионов значение этого индекса попадает в интервал (1,0; 1,1), что означает позитивную оценку результативности политики охраны окружающей среды по рассматриваемым показателям. Совокупность регионов РФ качественно однородна по исследуемому показателю (коэффициент вариации равен 6,38 %).

Волгоградская область по индексу декарпинга показала лучший результат, чем большинство регионов РФ, но по индексу результативности мер в сферах сокращения, улавливания и обезвреживания вредных веществ, а также по сохранению площади лесонасаждений она демонстрирует скорее сбалансированность, чем высокий уровень результативности политики охраны атмосферного воздуха.

Несмотря на благополучную в целом картину, выявлены регионы-аутсайдеры по рассмотренным показателям, где обеспечение экономического роста при сокращении выбросов вредных веществ еще предстоит обеспечить и усилия по сокращению объемов выбросов, по улавливанию и обезвреживанию вредных веществ, а также по лесовосстановлению целесообразно интенсифицировать.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Абидов С. И., 2024. Интегрированный подход к оценке качества воздуха: разработка комплексного индекса // *Актуальные исследования*. № 4-1 (186). С. 11–14.
- Богачкова Л. Ю., Ершова Е. Д., 2025. Охрана атмосферного воздуха и климатическая повестка в Российской Федерации: оценка результативности на основе анализа данных // *Промышленная политика, энергетика и цифровизация: теория и практика трансформации* : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., г. Волгоград, 22 ноября 2024 г. Волгоград : Волж. ин-т экономики, педагогики и права. С. 24–33.
- БРП ОКВЭД2, 2024. Национальные счета // Официальный сайт Росстата. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/accounts>
- Долгушина Н. А., Кувшинова И. А., 2019. Оценка загрязнения атмосферного воздуха промышленных городов Челябинской области и неканцерогенных рисков здоровью населения // *Экология человека*. № 6. С. 17–22. DOI: 10.33396/1728-0869-2019-6-17-22
- Ершова Е. Д., Богачкова Л. Ю., 2025. Оценка и компаративный анализ индекса декарпинга экономического роста и эмиссии выбросов в атмосферу вредных веществ в регионах РФ (2017–2021 гг.) // *Финансово-экономические исследования: актуальные вопросы теории и практики* : тез. докл. и выступлений Всерос. (с междунар. участием) науч.-практ. конф. молодых ученых, г. Донецк, 12–13 марта 2025 г. Донецк : Донец. гос. ун-т. С. 38–41.
- Земнухова Е. А., Немов В. Ю., 2019. Экологическая оценка регионов на основе кластеризации территорий России по газификации и выбросам // *Интерэкспо Гео-Сибирь*. Т. 2, № 5. С. 190–198. DOI: 10.33764/2618-981X-2019-2-5-190-198
- Искандарова Г. Т., Акромов Д. А., Юсупхужаева А. М., Атамуратова А. С., Саидова С. А., 2019. Влияние атмосферных загрязнений на распространение рака легкого // *Молодой ученый*. № 22 (260). С. 225–227.
- Мещурова Т. А., 2020. Оценка загрязнения атмосферного воздуха в городах Пермского края // *Вестник Нижневартковского государственного университета*. № 1. С. 110–119.
- Национальный проект «Экологическое благополучие», 2025 // Правительство России. URL: <http://government.ru/rugovclassifier/919/events/>
- Национальный проект «Экология», 2018 // Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. URL: https://www.mnr.gov.ru/activity/np_ecology/
- Национальный экологический рейтинг, 2025. Общественная организация «Зеленый патруль». URL: <https://greenpatrol.ru/stranica-dlya-obshchego-reytinga>
- Охрана окружающей среды в России. 2018 : стат. сб. Росстат, 2018. Приложение к сборнику (в разрезе субъектов РФ) // Официальный сайт Росстата. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13209>
- Охрана окружающей среды в России. 2024 : стат. сб. Росстат, 2024. Приложение к сборнику (в разрезе субъектов РФ) // Официальный сайт Росстата. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13209>
- Паспорт национального проекта «Экология», 2018 // Минприроды РФ. URL: https://www.mnr.gov.ru/activity/directions/natsionalnyy_proekt_ekologiya/
- Прокопьев М. Г., 2020. Взаимосвязь выбросов в атмосферный воздух и уровня ВВП (эффект декарпинга) // *Проблемы рыночной экономики*. № 2. С. 76–84. DOI: 10.33051/2500-2325-2020-2-76-84
- Указ Президента РФ от 04.11.2020 № 666 «О сокращении выбросов парниковых газов», 2020. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45990>
- Указ Президента РФ от 26.10.2023 № 812 «Об утверждении Климатической доктрины Российской Федерации», 2023 // Гарант.ру. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/407782529/>

- Указ Президента РФ от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» (с изм. и доп.), 2018, 2024 // Гарант.ру. URL: <https://base.garant.ru/71937200/>
- Федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», 1999. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22971/
- Шелков Я. Е., 2020. Применение интегрального индекса для оценки возможности перехода к «зеленой» экономике в ЯНАО // Современная наука: традиции и инновации : сб. науч. ст. по итогам III молодеж. конкурса науч. работ. Волгоград : НИЦ «Абсолют». С. 129–135.
- Tapio P., 2005. Towards a Theory of Decoupling: Degrees of Decoupling in the EU and the Case of Road Traffic in Finland between 1970 and 2001 // Transport Policy. № 12. P. 137–151.
- Wang X., Zhang Y., Qin Y. Jiang X., 2016. Spatiotemporal Differentiation and Regulation of Factors Affecting Carbon Emission Changes in My Country // Economic Geography. № 8. P. 158–165.
- Ya W., Bin X., 2022. When Will China's Carbon Emissions Peak? Evidence from Judgment Criteria and Emissions Reduction Paths // Energy Reports. № 8. P. 8722–8735. DOI: 10.1016/j.egy.2022.06.069
- and Non-Carcinogenic Risks to Public Health]. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology], no. 6, pp. 17–22. DOI: 10.33396/1728-0869-2019-6-17-22
- Ershova E.D., Bogachkova L.Yu., 2025. Ocenka i komparativnyj analiz indeksa dekaplinga ekonomicheskogo rosta i emissii vybrosov v atmosferu vrednyh veshchestv v regionah RF (2017–2021 gg.) [Assessment and Comparative Analysis of the Decapitation Index of Economic Growth and Emissions of Harmful Substances into the Atmosphere in the Regions of the Russian Federation (2017–2021)]. *Finansovo-ekonomicheskiye issledovaniya: aktualnyye voprosy teorii i praktiki: tez. dokl. i vystupleniy Vseros. (s mezhdunar. uchastiyem) nauch.-prakt. konf. molodykh uchonykh, g. Donetsk, 12–13 marta 2025 g.* [Financial and Economic Research: Current Issues of Theory and Practice: Abstracts of Reports and Speeches of the All-Russian (With International Participation) Scientific and Practical Conference of Young Scientists, Donetsk, March 12–13, 2025]. Donetsk, Donet. gos. un-t, pp. 38–41.
- Zemnuhova E.A., Nemov V.Yu., 2019. Ekologicheskaya ocenka regionov na osnove klasterizatsii territorij Rossii po gazifikatsii i vybrosam [Environmental Assessment of Regions Based on Clustering of Russian Territories for Gasification and Emissions]. *Interexpo Geo-Sibir* [Interexpo Geo-Siberia], vol. 2, no. 5, pp. 190–198. DOI: 10.33764/2618-981X-2019-2-5-190-198
- Iskandarova G.T., Akromov D.A., Yusuphuzhaeva A.M., Atamuratova A.S., Saidova S.A., 2019. Vliyanie atmosferynyh zagryaznenij na rasprostranenie raka legkogo [Effects of Atmospheric Pollution on the Spread of Lung Cancer]. *Molodoj uchenyj* [Young Scientist], no. 22 (260), pp. 225–227.
- Meshchurova T.A., 2020. Ocenka zagryazneniya atmosferynogo vozduha v gorodah Permskogo kraja [Assessment of Air Pollution in the Cities of the Perm Region]. *Vestnik Nizhnevartovskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Nizhnevartovsk State University], no. 1, pp. 110–119.
- Nacionalnyj proekt «Ekologicheskoe blagopoluchie» [National Project “Environmental Well-Being”], 2025. *Pravitelstvo Rossii* [The Government of Russia]. URL: <http://government.ru/rugovclassifier/919/events/>
- Nacionalnyj proekt «Ekologiya» [National Project “Ecology”], 2018. *Ministerstvo prirodnih resursov i ekologii Rossijskoj Federacii* [Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation]. URL: https://www.mnr.gov.ru/activity/np_ecology/
- Nacionalnyj ekologicheskij rejting [National Environmental Rating], 2025. *Obshchestvennaya organizaciya «Zelenyj patrol»* [Public Organization “Green Patrol”]. URL: <https://greenpatrol.ru/stranica-dlya-obshchego-reytinga>

REFERENCES

- Abidov S.I., 2024. Integrirovannyj podhod k ocenke kachestva vozduha: razrabotka kompleksnogo indeksa [Integrated Approach to Air Quality Assessment: Development of a Comprehensive Index]. *Aktualnye issledovaniya* [Topical Research], no. 4-1 (186), pp. 11–14.
- Bogachkova L.Yu., Ershova E.D., 2025. Ohrana atmosferynogo vozduha i klimaticeskaya povestka v Rossijskoj Federacii: ocenka rezultativnosti na osnove analiza dannyh [Air Protection and Climate Agenda in the Russian Federation: Performance Assessment Based on Data Analysis]. *Promyshlennaya politika, energetika i tsifrovizatsiya: teoriya i praktika transformatsii: materialy IV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., g. Volgograd, 22 noyabrya 2024 g.* [Industrial Policy, Energy and Digitalization: Theory and Practice of Transformation: Proceedings of the 4th International Scientific and Practical Conference, Volgograd, November 22, 2024]. Volgograd, Volzh. in-t ekonomiki, pedagogiki i prava, pp. 24–33.
- VRP OKVED2 [GRP OKVED2], 2024. *Ofitsialnyy sayt Rosstat* [Official Website of Rosstat]. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/accounts>
- Dolgushina N.A., Kuvshinova I.A., 2019. Ocenka zagryazneniya atmosferynogo vozduha promyshlennyh gorodov Chelyabinskoy oblasti i nekancerogennyh riskov zdorovyu naseleniya [Assessment of Air Pollution in Industrial Cities of the Chelyabinsk Region

- Ohrana okruzhayushchej sredy v Rossii [Environmental Protection in Russia], 2018. *Ofitsialnyy sayt Rosstat* [Official Website of Rosstat]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13209>
- Ohrana okruzhayushchej sredy v Rossii [Environmental Protection in Russia], 2024. *Ofitsialnyy sayt Rosstat* [Official Website of Rosstat]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13209>
- Pasport nacionalnogo proekta «Ekologiya»* [Passport of the National Project “Ecology”], 2018. *Minprirody RF* [Ministry of Natural Resources of the Russian Federation]. URL: https://www.mnr.gov.ru/activity/directions/natsionalnyy_proekt_ekologiya/
- Prokopyev M.G., 2020. Vzaimosvyaz vybrosov v atmosferynyj vozduh i urovnya VVP (effekt dekaplinga) [The Relationship Between Emissions into the Atmosphere and the Level of GDP (Decoupling Effect)]. *Problemy rynochnoj ekonomiki* [Problems of a Market Economy], no. 2, pp. 76-84. DOI: 10.33051/2500-2325-2020-2-76-84
- Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 04.11.2020 № 666 «O sokrashchenii vybrosov parnikovyh gazov» [Decree of the President of the Russian Federation No. 666 of 04.11.2020 “On Reducing Greenhouse Gas Emissions”], 2020. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45990>
- Ukaz Prezidenta RF ot 26.10.2023 № 812 “Ob utverzhdenii Klimaticheskoy doktriny Rossiyskoj Federatsii” [Decree of the President of the Russian Federation of October 26, 2023 No. 812 “On Approval of the Climate Doctrine of the Russian Federation”], 2023. *Garant.ru*. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/407782529/>
- Ukaz Prezidenta RF ot 07.05.2018 № 204 «O nacionalnyh celyah i strategicheskikh zadachah razvitiya Rossijskoj Federacii na period do 2024 goda» (s izm. i dop.) [Decree of the President of the Russian Federation No. 204 of 07.05.2018 “On National Goals and Strategic Objectives for the Development of the Russian Federation for the Period up to 2024” (With Amendments and Additions)], 2024. *Garant.ru*. URL: <https://base.garant.ru/71937200/>
- Federalnyj zakon ot 04.05.1999 № 96-FZ «Ob ohrane atmosfernogo vozduha»* [Federal Law No. 96-FZ of 04.05.1999 “On the Protection of Atmospheric Air”], 1999. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22971/
- Shelkov Ya.E., 2020. Primenenie integralnogo indeksa dlya ocenki vozmozhnosti perekhoda k «zelyonoj» ekonomike v YaNAO [Application of the Integral Index to Assess the Possibility of Transition to a “Green” Economy in the Yamal-Nenets Autonomous District]. *Sovremennaya nauka: traditsii i innovatsii: sb. nauch. st. po itogam III molodezh. konkursa nauch. rabot* [Modern Science: Traditions and Innovations. Collection of Scientific Articles Based on the Results of the 3rd Youth Competition of Scientific Works]. Volgograd, NITs «Absolyut», pp. 129-135.
- Tapio P., 2005. Towards a Theory of Decoupling: Degrees of Decoupling in the EU and the Case of Road Traffic in Finland Between 1970 and 2001. *Transport Policy*, no. 12, pp. 137-151.
- Wang X., Zhang Y., Qin Y. Jiang X., 2016. Spatiotemporal Differentiation and Regulation of Factors Affecting Carbon Emission Changes in My Country. *Economic Geography*, no. 8, pp. 158-165.
- Ya W., Bin X., 2022. When Will China’s Carbon Emissions Peak? Evidence from Judgment Criteria and Emissions Reduction Paths. *Energy Reports*, no. 8, pp. 8722-8735. DOI: 10.1016/j.egy.2022.06.069

Information About the Authors

Lyudmila Yu. Bogachkova, Doctor of Sciences (Economics), Professor, Department of Applied Informatics and Mathematical Methods in Economics, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, bogachkova@volsu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6276-639X>

Ekaterina D. Ershova, Student, Department of Applied Informatics and Mathematical Methods in Economics, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, katy.ershova.03@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-2196-0328>

Информация об авторах

Людмила Юрьевна Богачкова, доктор экономических наук, профессор кафедры прикладной информатики и математических методов в экономике, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, bogachkova@volsu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6276-639X>

Екатерина Денисовна Ершова, студент кафедры прикладной информатики и математических методов в экономике, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, katy.ershova.03@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-2196-0328>