



**РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА
И РЕГИОНАЛЬНОЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ**

**REGIONAL ECONOMY
AND REGIONAL ECONOMIC DEVELOPMENT**

Ars Administrandi (Искусство управления). 2026. Т. 18, № 2. С. 320–341.

Ars Administrandi. 2026. Vol. 18, no. 2, pp. 320–341.



Эта работа © 2026 Глазыриной И. П., Кривошеевой А. Н. распространяется под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 International. Чтобы просмотреть копию этой лицензии, посетите <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

This work © 2026 by Glazyrina, I. P. and Krivosheeva, A. N. is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International. To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Научная статья

УДК 332.1

<https://doi.org/10.17072/2218-9173-2026-2-320-341>

**РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКОЛОГО-
ЭКОНОМИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ
АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
И ЗАБАЙКАЛЬСКОМ КРАЕ**

Ирина Петровна Глазырина¹✉, Анастасия Николаевна Кривошеева²

^{1,2} Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия

² Забайкальский государственный университет, Чита, Россия, krivosheevaanastassia@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0000-9113-7579>

¹ iglazyrina@bk.ru✉, <https://orcid.org/0000-0001-6774-9284>

Аннотация. Введение: проблемы загрязнения атмосферного воздуха, несмотря на определенный прогресс, еще далеки от своего решения. Особое значение приобретает анализ результативности инструментов государственного регулирования, направленного на финансирование мероприятий по охране атмосферного воздуха и предотвращению изменений климата. **Цель:** оценить влияние природоохранных расходов на экоинтенсивность выбросов в атмосферу, выявить особенности в зависимости от типов эмиссии и подготовить рекомендации для повышения результативности эколого-экономического регулирования и отраслевой экологической политики в Российской Федерации и Забайкальском крае. **Методы:** сравнение, в том числе с использованием корреляционного анализа, экоинтенсивности выбросов вредных веществ в атмосферу и природоохранных расходов, направленных на снижение данных выбросов. **Результаты:** хотя государственное регулирование в форме имплементации в российском законодательстве принципа «загрязнитель платит» в определенной степени подтверждает свою результативность

и с накоплением природоохранных инвестиций в основной капитал экоинтенсивность выбросов снижается, анализ тенденций за период с 2013 по 2022 год говорит о довольно слабом влиянии этого фактора на процессы экологической модернизации. В дальнейшем простое количественное увеличение этих инвестиций без кардинального изменения их качества вряд ли значительно повлияет на снижение удельного негативного воздействия. На примере модельного региона – Забайкальского края – показано, что региональные эколого-экономические тренды в рассматриваемом контексте могут существенно отличаться от общероссийских и требуют «локализации» процедур принятия решений. **Заключение:** при разработке инструментов государственного регулирования и экологической политики по охране атмосферного воздуха и предотвращению изменения климата меры для стимулирования предприятий (такие как налоговые льготы и/или участие в экологических программах с поддержкой государства) целесообразно разрабатывать на региональном уровне, с учетом экологических проблем конкретных территорий. Условием участия в таких программах должно быть существенное повышение «экологического качества» инвестиций в основной капитал, а также использование технологий, гарантирующих снижение экоинтенсивности по конкретным видам воздействия и тем самым формирование трендов на экологическую модернизацию региональной экономики.

Ключевые слова: государственное эколого-экологическое регулирование, охрана атмосферного воздуха, текущие (эксплуатационные) затраты, инвестиции в основной капитал, индекс физического объема природоохранных расходов, экоинтенсивность выбросов

Для цитирования: Глазырина И. П., Кривошеева А. Н. Результативность государственного эколого-экономического регулирования в области охраны атмосферного воздуха в Российской Федерации и Забайкальском крае // *Ars Administrandi* (Искусство управления). 2026. Т. 18, № 2. С. 320–341. <https://doi.org/10.17072/2218-9173-2026-2-320-341>.

Original article

EFFECTIVENESS OF STATE ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC REGULATION FOR ATMOSPHERIC AIR PROTECTION IN THE RUSSIAN FEDERATION AND THE TRANS-BAIKAL TERRITORY

Irina P. Glazyrina¹✉, Anastasia N. Krivosheeva²

^{1,2} Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology of SB RAS, Chita, Russia

² Transbaikal State University, Chita, Russia, krivosheevaanastassia@yandex.ru,

<https://orcid.org/0009-0000-9113-7579>

¹ iglazyrina@bk.ru✉, <https://orcid.org/0000-0001-6774-9284>

Abstract. Introduction: the relevance of the work stems from the fact that despite certain progress, air pollution issues are still far from being solved. Of particular importance is the analysis of the effectiveness of state regulatory instruments aimed at environmental financing for the protection of atmospheric air and the prevention of climate change, and the eco-intensity of emissions, which characterizes the pace of production facilities environmental modernization. Studying this relationship will reveal features that can contribute to optimizing resources and improving the effectiveness of environmental policy. **Objectives:** to assess the impact of environmental expenditures on emissions eco-intensity, identify features depending on the types of emissions, and propose recommendations for improving the effectiveness of environmental and economic regulation in the Russian Federation

and the Trans-Baikal Territory. **Methods:** comparative analysis, using correlation analysis, of eco-intensity of air pollutants and environmental pollutions expenditures aimed at reducing these emissions. **Results:** although state regulation in the form of implementing the “polluter pays” principle in Russian legislation demonstrates a certain level of effectiveness – and emission eco-intensity declines with the accumulation of environmental investments in fixed capital – analysis of trends over the 2013–2022 period indicates a rather weak influence of this factor on environmental modernization processes. In the future, a mere quantitative increase in such investments, without a fundamental improvement in their quality, is unlikely to significantly affect the reduction of specific negative impacts. Using the model region of the Trans-Baikal Territory as an example, it is shown that regional environmental and economic trends in this context may differ significantly from national ones and require “localized” decision-making procedures. **Conclusions:** when developing governmental measures and tools to protect atmospheric air and prevent climate change, incentive measures for enterprises (such as tax incentives and/or participation in government-supported environmental programs) should be developed at the regional level, taking into account the environmental problems of specific territories. The condition for participation in such programs should be a significant increase in the “environmental quality” of investments in fixed assets, using technologies that guarantee a reduction in eco-intensity for specific types of impacts, and thus the formation of trends for the environmental modernization of the regional economy.

Keywords: state ecological and environmental regulation, atmospheric air protection, current (operational) costs, investments in fixed assets, index of physical volume of environmental expenditures, eco-intensity of emissions

For citation: Glazyrina, I. P. and Krivosheeva, A. N. (2026), “Effectiveness of state environmental and economic regulation for atmospheric air protection in the Russian Federation and the Trans-Baikal Territory”, *Ars Administrandi*, vol. 18, no. 2, pp. 320–341, <https://doi.org/10.17072/2218-9173-2026-2-320-341>.

ВВЕДЕНИЕ

Загрязнение атмосферы представляет собой одну из наиболее серьезных экологических проблем современной эпохи, поскольку оно негативно влияет на здоровье человека, экосистемы и глобальную климатическую систему. Основные источники загрязнения атмосферы – промышленность, транспорт, сельскохозяйственная деятельность и природные явления, такие как лесные пожары и извержения вулканов. Выброс вредных веществ, включая оксид углерода (CO), оксиды азота (NO_x), оксиды серы (SO_x) и твердые частицы, способствует образованию смога, кислотных дождей, разрушению озонового слоя и глобальному потеплению. Длительное воздействие загрязненного воздуха вызывает респираторные и сердечно-сосудистые заболевания. Несмотря на снижение общих объемов выбросов в Российской Федерации, во многих регионах до сих пор сохраняются острые проблемы, связанные с загрязнением атмосферного воздуха и негативным его воздействием на здоровье граждан (Пыжева и др., 2019; Дружинин и Шкиперова, 2021; Дружинин и др., 2020; Бобылев и др., 2021; Pyzheva et al., 2021).

Государственное регулирование в области финансирования охраны атмосферного воздуха играет ключевую роль в улучшении его качества. Природо-

охранные расходы формируют финансовые ресурсы для экологизации экономической деятельности, поэтому они способствуют сокращению выбросов, внедрению экологически чистых технологий и восстановлению природных экосистем. Частью природоохранных расходов являются платежи за загрязнение. Когда они не превышают нормативные, их включают в себестоимость продукции, повышая ее. В случае сверхнормативных и аварийных выбросов эти платежи повышаются в 25 раз и изымаются из прибыли. Поэтому на конкурентном рынке у производителей создаются стимулы к внедрению новых технологий для снижения негативного воздействия и сокращения этих платежей. В настоящее время в рамках национального проекта «Экология» реализуется программа «Чистый воздух», предусматривающая значительную долю бюджетного финансирования¹ (Gordeev et al., 2025).

Согласно методическим указаниям Росстата по расчету индекса физического объема природоохранных расходов, под затратами на охрану окружающей среды следует понимать сумму расходов организаций, государства, имеющих целевое природоохранное назначение и осуществляемых за счет всех источников финансирования².

Природоохранные расходы делятся на две основные группы:

- 1) текущие (эксплуатационные) затраты на охрану окружающей среды;
- 2) инвестиции (как из бюджетных, так и внебюджетных источников) в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов.

В соответствии с методическими указаниями Росстата текущие (эксплуатационные) затраты направлены на «охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов, осуществляемые за счет собственных или заемных средств предприятия, средств государственного бюджета»³. На сегодняшний день Росстат подразделяет текущие (эксплуатационные) затраты на четыре вида по направлению их расходования:

- 1) затраты на охрану и рациональное использование водных ресурсов;
- 2) затраты на охрану атмосферного воздуха;
- 3) затраты на охрану окружающей среды от отходов производства и потребления;
- 4) затраты на рекультивацию земель.

К текущим расходам на охрану окружающей среды относятся затраты «по содержанию основных фондов природоохранного назначения; на мероприятия по восстановлению, сохранению и снижению негативного воздействия на окружающую среду; по обращению с отходами; на организацию кон-

¹ Федеральный проект «Чистый воздух». Поэтапное снижение выбросов опасных загрязняющих веществ [Электронный ресурс] // Офиц. сайт М-ва природ. ресурсов и экологии Рос. Федерации. URL: <https://mnr-air.ru/home> (дата обращения: 31.03.2025).

² Об утверждении официальной статистической методологии «Методические указания по расчету объема и индекса физического объема природоохранных расходов» [Электронный ресурс]: Приказ Федер. службы гос. статистики от 30.06.2022 № 479. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_423319/ (дата обращения: 20.12.2024).

³ Затраты на охрану окружающей среды. Основные понятия [Электронный ресурс] // Офиц. сайт Федер. службы гос. статистики. URL: https://60.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/soi190626_1.htm (дата обращения: 20.12.2024).

троля за выбросами и за качественным состоянием компонентов природной среды; на научные исследования и экологическое образование персонала»⁴.

Принято разделять текущие (эксплуатационные) затраты и затраты на оплату услуг природоохранного назначения. Эта необходимость связана со спецификой расходования денежных средств. К оплате услуг природоохранного назначения относятся платежи специализированным организациям, которые занимаются анализом качества воздуха, утилизацией отходов.

Инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов, – это долгосрочные финансовые вложения в разработку и внедрение современных технологий. Их основной целью является минимизация антропогенного воздействия на экосистемы, обеспечение экологической безопасности и повышение эффективности природопользования.

Инвестиции в основной капитал в зависимости от направления их расходования подразделяются на три группы, названия которых в 2023 году были детализированы⁵:

- 1) инвестиции на охрану атмосферного воздуха и предотвращение изменения климата;
- 2) инвестиции на обращение со сточными водами;
- 3) инвестиции на защиту и экологическую реабилитацию земель, поверхностных и подземных вод.

В нашей работе мы не рассматриваем так называемые «зеленые» инвестиции (Головина и др., 2024), поскольку они опосредованно перенаправляются на те же цели, которые выделяет Росстат.

Расходы на охрану окружающей среды складываются из платежей, которые выполняют стимулирующую функцию – побуждают организации инвестировать в охрану окружающей среды для снижения риска наложения штрафов и тем самым способствуют уменьшению негативного воздействия на природу. Хотя следует отметить, что на практике это происходит не всегда: некоторым компаниям, например добывающим рассыпное золото, оказывается выгоднее заплатить штраф, чем инвестировать в природоохранные технологии (Глазырина, 2016, с. 113).

Индекс физического объема природоохранных расходов – это относительный показатель, характеризующий изменение (увеличение, уменьшение) объема природоохранных расходов в отчетном периоде по сравнению с предыдущим.

Показатель экоиntenсивности «отражает взаимосвязь между отраслями экономики и ущербом, который они наносят окружающей среде» (Глазырина и Потравный, 2005, с. 130). Индикатор позволяет оценить, какой экологический ущерб наносит производство единицы товара или услуги.

⁴ Об утверждении официальной статистической методологии...

⁵ Об утверждении форм федерального статистического наблюдения для организации федерального статистического наблюдения за строительством, инвестициями в нефинансовые активы и жилищно-коммунальным хозяйством [Электронный ресурс]: Приказ Федер. службы гос. статистики от 31.07.2023 № 359. https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_462930/ (дата обращения: 22.12.2024).

МЕТОДОЛОГИЯ (ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ) ИССЛЕДОВАНИЯ

Идея включения затрат на снижение негативного антропогенного воздействия в качестве ценообразующего фактора производства товаров и услуг была высказана более ста лет назад в работах А. С. Пигу («налог Пигу») (Pigou, 1920). Этот подход был позднее использован В. В. Леонтьевым для количественной оценки влияния природоохранных затрат на стоимостные показатели производств с использованием модели «затраты – выпуск» (Леонтьев, 1997).

Практика осуществления природоохранных затрат сформировалась как способ реализации принципа «загрязнитель платит» (*polluter pays principle, PPP*) (Daly and Farley, 2003), который предусматривает плату экономического субъекта за негативные последствия его деятельности для окружающей среды. В той или иной форме этот принцип к настоящему времени имплементирован в законодательстве большинства стран мира, в том числе и в России⁶. Данный механизм не всегда работает эффективно (Глазырина, 2016, с. 113–127). В значительной степени это зависит от адекватности размеров платежей реальному экологическому ущербу и от качества информации, на основе которой принимаются решения. Но необходимо отметить, что за десятилетия работы этого механизма в России существенно снизились многие показатели негативного воздействия на окружающую среду.

В российской и мировой литературе по экономике природопользования один из ключевых аспектов исследований – вопрос о достижении/сохранении эколого-экономического баланса между интересами экономических субъектов и общества в целом. Разработаны (и продолжают разрабатываться) различные системы показателей, характеризующих эколого-экономическую динамику (Глазырина и Потравный, 2005; Рюмина, 2013; Victor, 2015; Tuni and Rentizelas, 2019; Бобылев и др., 2021; Забелина, 2022, 2023; Третьякова, 2023; Norris et al., 2021; Eggert and Hartmann, 2021). Обилие работ и показателей связано с тем, что они дают ответы на вопросы, связанные с разными аспектами природопользования и все новыми вызовами, такими как климатические изменения и внешние экономические шоки.

Один из наиболее часто используемых эколого-экономических показателей – экоинтенсивность производства товаров/услуг или функционирования социо-эколого-экономической системы в целом на уровне страны, региона, муниципалитета (Глазырина и Потравный, 2005; Дьяков, 2015; Третьякова, 2019; Кнауб и Игнатьева, 2021). Она показывает отношение экологической нагрузки в расчете на единицу экономического результата, например на единицу валового внутреннего продукта (ВВП) или валового регионального продукта (ВРП), то есть отражает взаимосвязь между отраслями экономики и ущербом, который они наносят окружающей среде. Таким образом, этот показатель в динамике отражает уровень экологической модернизации/демодернизации производственных процессов в стране, регионе, а также в отдельных отраслях. Индикатор позволяет оценить, какой экологический ущерб наносит производство единицы (в натуральном или стоимостном выражении) товара или услуги. В динамике экоинтенсивность может рассматри-

⁶ Об охране окружающей среды [Электронный ресурс]: Федер. закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (дата обращения: 24.03.2025).

ваться как один из экологических показателей качества экономического роста страны или региона. В нашей статье мы изучаем вопросы, связанные с загрязнением атмосферного воздуха, и пользуемся следующей формулой:

$$E_{\text{на}} = E_a / \text{ВВП (ВРП)}, \quad (1)$$

где $E_{\text{на}}$ – экоинтенсивность выбросов в атмосферу загрязняющих веществ, т/млн руб.;

E_a – выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, т;

ВВП (ВРП) – валовый внутренний продукт (валовый региональный продукт), млн руб. В случае исследования этих показателей в динамике мы приводим стоимостные показатели к ценам базисного года.

В данной работе было проанализировано соотношение показателей текущих (эксплуатационных) затрат на охрану атмосферного воздуха и инвестиций в основной капитал, направленных на охрану атмосферного воздуха и предотвращение изменения климата, с экоинтенсивностью выбросов вредных веществ в атмосферу в динамике по годам для Российской Федерации и Забайкальского края. Для анализа природоохранные расходы в Российской Федерации и Забайкальском крае приводились к сопоставимым ценам 2013 года с помощью индекса физического объема природоохранных расходов. ВВП Российской Федерации и ВРП Забайкальского края также приводились к сопоставимым ценам 2013 года с помощью индексов физического объема ВВП и ВРП по годам соответственно. Это позволило устранить влияние инфляционных процессов и обеспечить корректное сравнение динамики показателей в различные периоды.

В связи с отсутствием значений индекса физического объема по направлениям расходования средств с 2013 года для Забайкальского края нами было выбрано общее значение индекса физического объема для приведения природоохранных расходов к текущим ценам 2013 года по стране и субъекту Российской Федерации.

Экоинтенсивность была рассчитана для пяти видов выбросов: твердых веществ, оксида углерода (CO), оксидов азота (NO_x), оксидов серы (SO_x) и углеводородов, включая летучие органические соединения (ЛОС).

Расчеты производились для Российской Федерации в целом. Кроме того, в качестве модельного региона для проведения соответствующих расчетов по аналогии с показателями по стране в целом нами был выбран Забайкальский край, поскольку у нас уже имеется достаточно длительный опыт исследования этого региона.

Источниками для исследования экоинтенсивности выбросов, текущих (эксплуатационных) затрат и инвестиций в основной капитал в Российской Федерации и Забайкальском крае послужили данные официальных сайтов Федеральной службы государственной статистики⁷, Территориального органа

⁷ Окружающая среда [Электронный ресурс] // Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194> (дата обращения: 20.12.2024).

Федеральной службы государственной статистики по Забайкальскому краю⁸,
Федеральной службы по надзору в сфере природопользования⁹.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Последние десять лет текущие природоохранные затраты в Российской Федерации превышают по объему инвестиции природоохранного назначения в основной капитал, но в целом сопоставимы с ними по объему. На рисунке 1 представлена структура природоохранных расходов в России в текущих ценах 2013 года. По сравнению с базисным годом к концу 2023-го природоохранные расходы увеличились. Текущие (эксплуатационные) затраты и инвестиции в основной капитал, направленные на охрану атмосферного воздуха и предотвращение изменения климата, за рассматриваемый период в сопоставимых ценах выросли на 6,73 млрд руб. (15,02 %) и 6,19 млрд руб. (15,03 %) соответственно. В то же время в отдельные периоды фиксировалось снижение затрат, что, вероятно, было обусловлено сокращением бюджетного финансирования и изменениями в приоритетах природоохранной политики.



Рис. 1. Структура природоохранных расходов в текущих ценах 2013 года по годам в России / Fig. 1. The structure of environmental expenditures at 2013 current prices by year in Russia

Источник: рисунки 1–12 составлены авторами.

Для анализа взаимосвязи объемов выбросов и затрат на охрану атмосферного воздуха и предотвращение изменения климата все показатели были приведены к ценам 2013 года, а экоинтенсивность рассчитана для пяти видов выбросов от стационарных источников в атмосферу: твердых веществ, CO, NO_x, SO_x и углеводородов, включая ЛОС. Результаты расчетов представлены в таблице 1.

⁸ Окружающая среда [Электронный ресурс] // Официальный сайт Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Забайкальскому краю. URL: <https://75.rosstat.gov.ru/folder/40458> (дата обращения: 20.12.2024).

⁹ Информация об охране атмосферного воздуха [Электронный ресурс] // Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере природопользования. URL: <https://rpn.gov.ru/open-service/analytic-data/statistic-reports/air-protect/> (дата обращения: 20.12.2024).

Таблица 1 / Table 1

Текущие затраты и инвестиции в основной капитал, направленные на охрану атмосферного воздуха и предотвращение изменения климата, экоинтенсивность выбросов в атмосферу загрязняющих веществ стационарными источниками в Российской Федерации / Current costs and investments in fixed assets aimed at protecting atmospheric air and preventing climate change, eco-intensity of pollutants released into the atmosphere by stationary sources in the Russian Federation

Год	Текущие затраты, млрд руб.	Инвестиции в основной капитал, млрд руб.	Накопленные инвестиции в основной капитал, млрд руб.	Экоинтенсивность выбросов				
				Твердые вещества, т/млн руб.	СО, т/млн руб.	NO _x , т/млн руб.	SO _x , т/млн руб.	Углеводороды, включая ЛОС, т/млн руб.
2013	44,80	41,20	41,20	0,03	0,07	0,03	0,06	0,07
2014	47,44	43,63	84,82	0,03	0,07	0,02	0,05	0,06
2015	43,88	40,35	125,18	0,03	0,07	0,02	0,06	0,06
2016	40,73	37,45	162,63	0,02	0,07	0,03	0,06	0,07
2017	41,82	38,46	201,09	0,02	0,07	0,03	0,05	0,07
2018	41,24	37,92	239,01	0,02	0,06	0,02	0,05	0,07
2019	43,14	39,67	278,67	0,02	0,06	0,02	0,05	0,07
2020	45,21	41,57	320,24	0,02	0,06	0,02	0,05	0,07
2021	48,69	44,77	365,02	0,02	0,07	0,02	0,04	0,06
2022	46,59	42,85	407,86	0,02	0,07	0,03	0,04	0,06
2023	51,53	47,39	455,25	0,02	0,06	0,02	0,04	0,06

Источник: таблицы 1–2 составлены авторами.

К концу 2023 года по сравнению с 2013-м экоинтенсивность всех пяти видов выбросов снизилась: твердых веществ – на 0,0006 т/млн руб. (24 %), СО – на 0,01109 т/млн руб. (14,9 %), NO_x – на 0,0019 т/млн руб. (7,4 %), SO_x – на 0,0171 т/млн руб. (29,9 %), углеводородов и ЛОС – на 0,008 (12 %). Данная положительная тенденция в определенной степени свидетельствует об эффективности использования природоохранных затрат в отношении проанализированных видов выбросов. При этом можно утверждать, что совокупные природоохранные расходы (то есть сумма инвестиций в основной капитал и текущих расходов) наиболее эффективны, когда используются для снижения выбросов SO_x, и наименее результативны в отношении выбросов NO_x.

На рисунке 2 изображен график изменения показателя экоинтенсивности NO_x относительно природоохранных расходов в текущих ценах 2013 года. Оксид азота в атмосфере образуется во время грозových разрядов, лесных пожаров, извержения вулканов, сжигания угля, производства азотных удобрений и вискозного волокна. Предприятия электроэнергетики и промышленности, вырабатывающие данное вредное вещество, являются энергоемкими

и слабо модернизированными. Внедрение в производство современных технологий, позволяющих снизить количество выбросов, выделяемых при горении, требует больших финансовых вложений на долгосрочной основе. Между тем в Российской Федерации наблюдается преобладание текущих затрат над инвестициями, что ограничивает внедрение эффективных технологий для сокращения выбросов NO_x .



Рис. 2. Соотношение показателей экоинтенсивности выбросов NO_x и природоохранных расходов в России / Fig. 2. The ratio of NO_x emissions eco-intensity and environmental costs in Russia

В период с 2014 по 2016 год наблюдалось уменьшение всех видов природоохранных расходов. Снижение показателей природоохранных расходов по сравнению со значением предыдущего года наблюдалось также в 2018 и 2022 годах.

Наиболее значимую роль в экологической модернизации экономики в долгосрочном плане призваны играть инвестиции в основной капитал. Поэтому в нашей работе мы рассмотрели соотношение между накопленными инвестициями в основной капитал по годам за период с 2013 по 2023 год и динамикой экоинтенсивности. Результаты оценки представлены на рисунках 3–7. Они показывают, что наибольший эффект среди всех видов негативного воздействия был достигнут в отношении выбросов окислов серы, а также выбросов твердых частиц. В отношении окислов азота, а также углеводородов и ЛОС (рис. 5 и 6) вряд ли можно говорить о существенном влиянии инвестиций в основной капитал на экологическую модернизацию.

В контексте климатической повестки важно изучить соотношение между экоинтенсивностью выбросов углерода и инвестициями в основной капитал. Результат на рисунке 7 говорит об умеренной корреляции между ними. Общий результат из полученных соотношений – с накоплением инвестиций в основной капитал экоинтенсивность снижается, то есть можно говорить о некоторых позитивных последствиях в контексте экологической модернизации. Однако очень незначительный коэффициент при линейном члене всех уравнений регрессии указывает на слабое влияние фактора накопления природоохранных инвестиций. Это говорит о том, что в дальнейшем простое

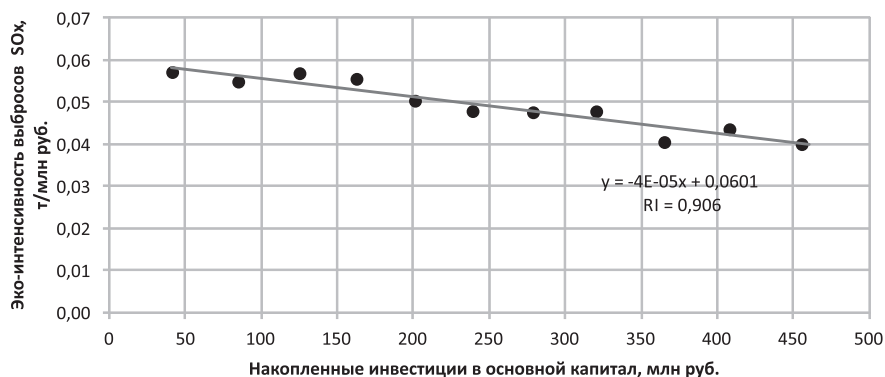


Рис. 3. Соотношение показателей экоинтенсивности выбросов SO_x и накопленных инвестиций в основной капитал в России / Fig. 3. The ratio of SO_x emissions eco-intensity and accumulated investments in fixed assets in Russia



Рис. 4. Соотношение показателей экоинтенсивности выбросов твердых веществ и накопленных инвестиций в основной капитал в России / Fig. 4. The ratio of eco-intensity indicators of solid emissions and accumulated investments in fixed assets in Russia

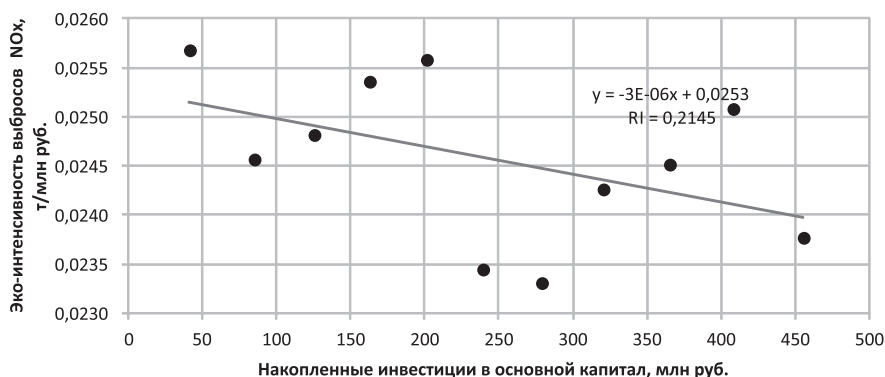


Рис. 5. Соотношение показателей экоинтенсивности выбросов NO_x и накопленных инвестиций в основной капитал в России / Fig. 5. The ratio of eco-intensity of NO_x emissions and accumulated investments in fixed assets in Russia

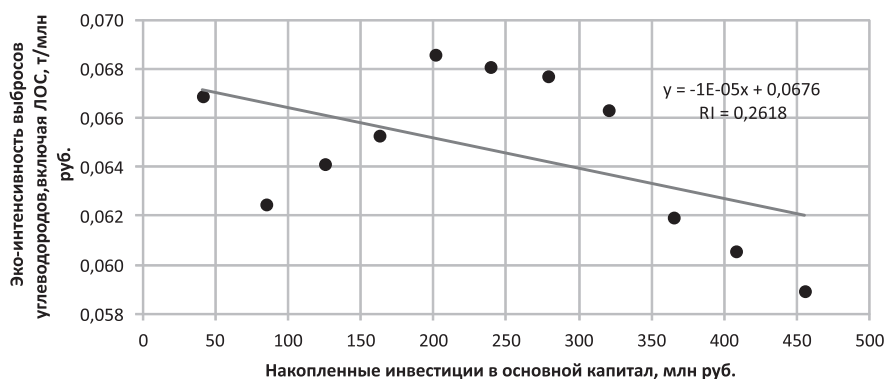


Рис. 6. Соотношение показателей экоинтенсивности выбросов углеводородов, включая ЛОС, и накопленных инвестиций в основной капитал в России /
Fig. 6. The ratio of eco-intensity indicators of hydrocarbon emissions, including VOC, and accumulated investments in fixed assets in Russia

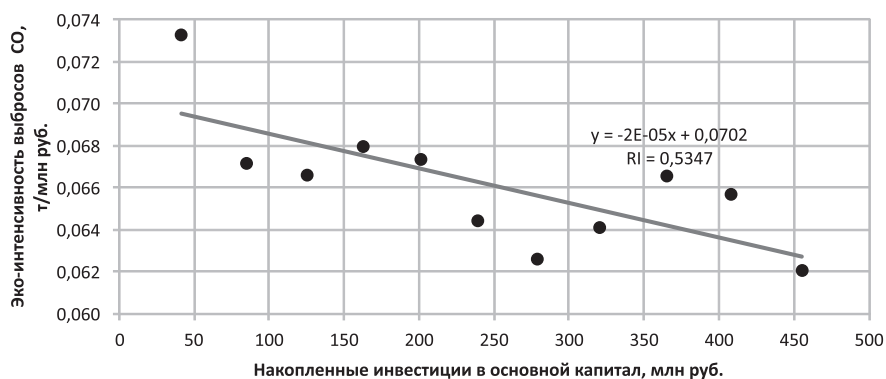


Рис. 7. Соотношение показателей экоинтенсивности выбросов CO и накопленных инвестиций в основной капитал в России / Fig. 7. The ratio of eco-intensity indicators of CO emissions and accumulated investments in fixed assets in Russia

наращивание объемов инвестиций в основной капитал с использованием тех же технологий вряд ли даст существенное снижение удельного негативного воздействия: скорость снижения удельных показателей негативного воздействия в расчете на единицу произведенной добавленной стоимости будет очень медленной. Важно перейти на принципиально новые технологии модернизации производств, с качественно лучшими экологическими характеристиками, по сравнению с теми, что использовались в прошедшем десятилетии.

Хотя в России мы фиксируем общий положительный тренд по большинству показателей, однако в последние два десятилетия, как отмечают ряд исследователей, наблюдается высокая степень и межрегиональной дифференциации в отношении экоинтенсивности, и социально-экологического неравенства (Забелина, 2021, с. 128). В частности, в приграничных регионах на востоке России, с их традиционной природно-ресурсной специализацией и энергоемкой экономикой, экоинтенсивность существенно выше,

чем в среднем по Российской Федерации. Для анализа соотношения между природоохранными затратами и темпами экологической модернизации в качестве модельного региона при проведении расчетов по аналогии с показателями по стране в целом нами был выбран Забайкальский край.

Темпы роста совокупных природоохранных затрат в Забайкальском крае в среднем за десять лет более чем вдвое превышали общероссийские. К концу 2023 года текущие (эксплуатационные) затраты и инвестиции в основной капитал в сопоставимых ценах за рассматриваемый период увеличились на 23,84 млн руб. (32,3 %) и 21,57 млн руб. (39,6 %) соответственно. С 2013 по 2014 год и с 2018 по 2020 год фиксировалось снижение природоохранных расходов, в остальные промежутки времени наблюдалось увеличение текущих затрат и инвестиций. При этом доля текущих затрат была устойчиво больше, чем в среднем по стране (рис. 8).



Рис. 8. Структура природоохранных расходов в текущих ценах 2013 года по годам в Забайкальском крае / Fig. 8. The structure of environmental expenditures at 2013 current prices by year in the Trans-Baikal Territory

Более детальная информация представлена в таблице 2. К концу 2023 года по сравнению с 2013-м экоинтенсивность двух распространенных видов выбросов от стационарных источников снизилась: твердых веществ – на 0,0223 т/млн руб. (10,9 %), SO_x – на 0,047 т/млн руб. (27,7 %). Данная положительная динамика позволяет утверждать, что природоохранные расходы более эффективно используются для снижения выбросов твердых веществ и окислов серы. В отношении окислов азота, углерода и ЛОС, напротив, на протяжении десяти лет наблюдалась негативная динамика, в отличие от ситуации в России в целом. К концу рассматриваемого периода экоинтенсивность их выбросов выросла: CO – на 0,0024 т/млн руб. (1,9 %), NO_x – на 0,0201 т/млн руб. (34,1 %), углеводородов и ЛОС – на 0,0094 (117,5 %). Это свидетельствует о том, что природоохранные расходы в Забайкальском крае в снижении других загрязняющих выбросов в атмосферу, и прежде всего углеводородов и ЛОС, в целом малоэффективны. Хотя в отдельные годы наблюдалась положительная тенденция к уменьшению экоинтенсивности данных выбросов.

Текущие затраты и инвестиции в основной капитал, направленные на охрану атмосферного воздуха и предотвращение изменения климата, экоинтенсивность выбросов в атмосферу загрязняющих веществ стационарными источниками в Забайкальском крае / Current costs and investments in fixed assets aimed at protecting atmospheric air and preventing climate change, eco-intensity of pollutants released into the atmosphere by stationary sources in the Trans-Baikal Territory

Год	Текущие затраты, млн руб.	Инвестиции в основной капитал, млн руб.	Накопленные инвестиции в основной капитал, млн руб.	Экоинтенсивность выбросов				
				Твердые вещества, т/млн руб.	CO, т/млн руб.	NO _x , т/млн руб.	SO ₂ , т/млн руб.	Углеводороды, включая ЛОС, т/млн руб.
2013	73,79	57,47	57,47	0,19	0,11	0,07	0,18	0,01
2014	59,11	46,04	103,51	0,19	0,13	0,07	0,17	0,01
2015	59,46	46,31	149,82	0,19	0,13	0,07	0,16	0,01
2016	60,77	47,33	197,15	0,20	0,13	0,07	0,16	0,01
2017	76,02	59,21	256,36	0,21	0,14	0,08	0,16	0,01
2018	106,43	82,89	339,25	0,16	0,09	0,06	0,14	0,01
2019	77,59	60,43	399,68	0,19	0,09	0,06	0,13	0,01
2020	74,56	58,07	457,76	0,20	0,13	0,08	0,14	0,01
2021	81,50	63,47	521,23	0,19	0,13	0,08	0,12	0,01
2022	97,63	76,04	597,27	0,18	0,13	0,08	0,12	0,02

На рисунке 9 изображен график изменения показателя экоинтенсивности выбросов CO. Значительные выбросы оксида углерода в атмосферу обусловлены длительным отопительным сезоном в регионе, преимущественно угольной энергетикой, высокой пожароопасностью, наличием предприятий добывающей промышленности. Увеличение природоохранных инвестиций с использованием принципиально новых технологий, модернизация энергетики, усиление контроля и введение стимулирующих механизмов для предприятий и частных лиц, а также усиление мер по предотвращению пожаров способны повлиять на снижение этого показателя экоинтенсивности.

На рисунке 10 изображен график изменения показателя экоинтенсивности углеводородов и ЛОС относительно природоохранных расходов в сопоставимых ценах. Значение экоинтенсивности данного вида выбросов к концу 2023 года показало существенный рост, несмотря на увеличение природоохранных расходов, поэтому оснований для вывода об их эффективности в Забайкальском крае нет.

Соотношение между накопленными инвестициями в основной капитал и показателями экоинтенсивности по выбросам окислов серы для Забайкальского края аналогично тому, что было описано выше для Российской Федерации в целом (рис. 11). Однако по остальным видам негативного воздействия

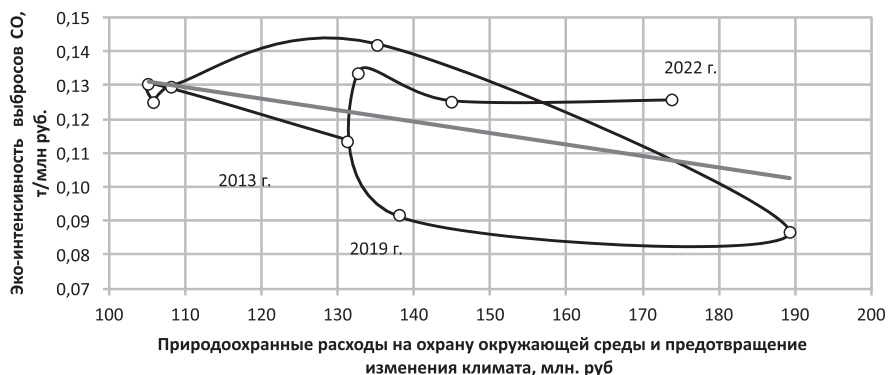


Рис. 9. Соотношение показателей экоинтенсивности выбросов CO и природоохранных расходов в Забайкальском крае / Fig. 9. The ratio of eco-intensity indicators of CO emissions and environmental protection costs in the Trans-Baikal Territory



Рис. 10. Соотношение показателей экоинтенсивности выбросов углеводородов, включая ЛОС, и природоохранных расходов в Забайкальском крае / Fig. 10. The ratio of eco-intensity indicators of hydrocarbon emissions, including VOC, and environmental protection costs in the Trans-Baikal Territory

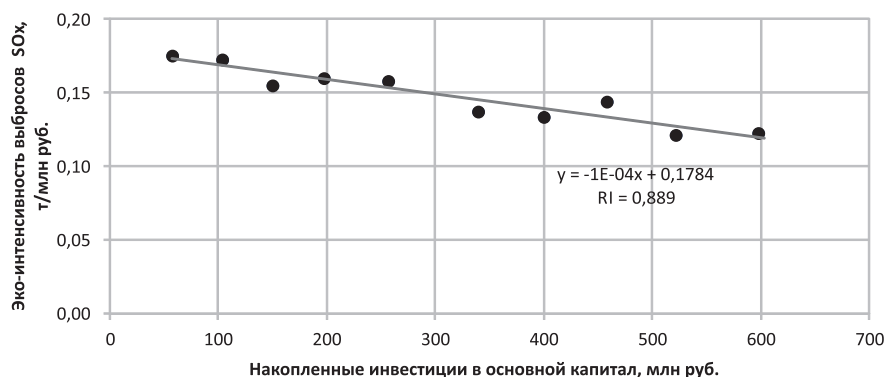


Рис. 11. Соотношение показателей экоинтенсивности выбросов SOx и накопленных инвестиций в основной капитал в Забайкальском крае / Fig. 11. The ratio of eco-intensity of SOx emissions and accumulated investments in fixed assets in the Trans-Baikal Territory

динамику нельзя назвать позитивной: несмотря на накопление природоохранных инвестиций в основной капитал, экоинтенсивность практически не снижается (табл. 2). На рисунке 12 показано соотношение между накопленными инвестициями в основной капитал и экоинтенсивностью выбросов азота, которое демонстрирует эту динамику.

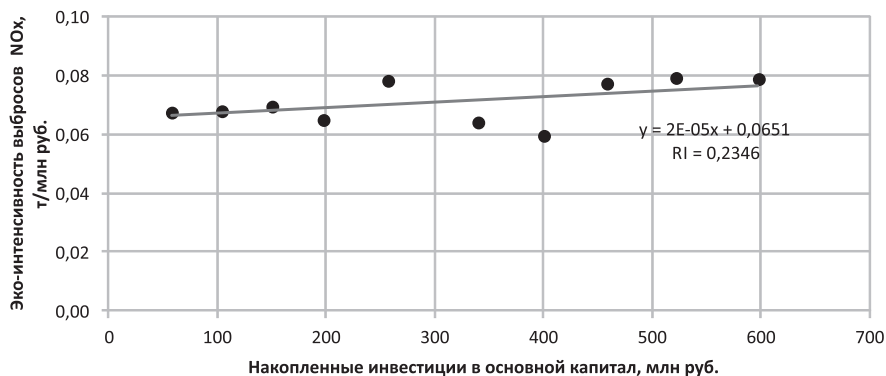


Рис. 12. Соотношение показателей экоинтенсивности выбросов NOx и накопленных инвестиций в основной капитал в Забайкальском крае / Fig. 12. Correlation between the eco-intensity of NOx emissions and accumulated investments in fixed assets in the Trans-Baikal Territory

Таким образом, экологическое состояние региональных производственных систем оказывается «нечувствительным» к природоохранному инвестированию в отношении большинства видов выбросов в атмосферу.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенного анализа установлено, что в Российской Федерации государственное регулирование в форме имплементации в отечественном законодательстве принципа «загрязнитель платит» в определенной степени показывает свою результативность: объем природоохранных расходов, несмотря на незначительные колебания в отдельные периоды, постепенно увеличивается, одновременно с этим показатели экоинтенсивности выбросов наиболее распространенных загрязняющих веществ демонстрируют тенденцию к снижению.

Однако изучение тенденций за период с 2013 по 2022 год убеждает в том, что, хотя с накоплением природоохранных инвестиций в основной капитал экоинтенсивность снижается, влияние данного фактора на процессы экологической модернизации является весьма слабым. А из этого, в свою очередь, следует, что в дальнейшем простое количественное увеличение этих инвестиций без кардинального изменения их качества вряд ли приведет к существенному снижению удельного негативного воздействия. Для повышения их эффективности нужен переход на принципиально новые технологии модернизации производства, с качественно лучшими экологическими характеристиками. Анализ также показал, что в Российской Федерации в целом наи-

менее эффективны инвестиции в основной капитал для снижения выбросов NO_x , и эта проблема заслуживает внимания и разработки мер экономического стимулирования и административного регулирования. Однако перераспределение средств в пользу капитальных вложений требует учета потенциальных рисков. Снижение финансирования текущих затрат может привести к изменениям, способным увеличить экоинтенсивность выбросов оксидов азота, углеводородов и летучих органических соединений. Поэтому для минимизации негативных последствий необходимо постепенное увеличение инвестиций без сокращения текущих затрат.

На примере Забайкальского края показано, что тенденции в отдельных регионах могут иметь существенные особенности, которые требуют «локализации» процедур принятия решений в сфере государственного управления и эколого-экономического регулирования. В Забайкальском крае, несмотря на рост экологических затрат, эффективность мероприятий по охране атмосферного воздуха и предотвращению изменения климата подтверждается лишь в отношении выбросов твердых веществ и оксидов серы. По остальным видам выбросов динамика экоинтенсивности отрицательная.

Увеличение выбросов CO , NO_x , углеводородов и ЛОС в атмосферу обусловлено природно-климатическими, отраслевыми и другими особенностями региона. Назовем основные из них:

- 1) активная разработка месторождений полезных ископаемых с использованием зачастую устаревшего оборудования;
- 2) длительный отопительный сезон, использование угля и дров;
- 3) высокие температуры летом, ускоряющие испарение ЛОС;
- 4) высокая пожароопасность;
- 5) неудовлетворительное качество дорожного полотна;
- 6) наличие угольных ТЭЦ и котельных.

Эти особенности характерны и для многих других регионов, особенно в Сибири и на Дальнем Востоке. В Забайкальском крае нами отмечена отрицательная динамика экоинтенсивности по большинству показателей выбросов в атмосферу, несмотря на то что за десять лет темпы роста и природоохранных инвестиций в основной капитал (32,1 %), и текущих природоохранных затрат (32,3 %) в регионе существенно превышали общероссийские (14 и 15 % соответственно). Это говорит о том, что хорошая динамика количественных показателей не всегда обеспечивает достижение экологических целей и проблема качества природоохранных расходов в отдельных регионах может быть весьма актуальной.

В российской научной литературе (Глазырина и Потравный, 2005; Рюмина, 2013; Дружинин и др., 2020; Бобылев и др., 2021; Ryzheva et al., 2021 и др.) приводится немало аргументов в пользу повышения платы за выбросы загрязняющих веществ. Наш анализ показывает, что более способствует достижению цели повышение платы за выбросы в атмосферу окислов азота, углеводородов и ЛОС. При разработке мер по охране атмосферного воздуха и предотвращению изменения климата в субъектах Российской Федерации серьезное внимание должно уделяться особенностям административно-территориальных единиц. Государственные инструменты и меры, стимулирующие предприятия

к снижению негативного воздействия (такие как налоговые льготы и/или участие в экологических программах с поддержкой государства), целесообразно также разрабатывать на региональном уровне, принимая во внимание экологические проблемы конкретных территорий. Для учета специфики отдельных производств в контексте эмиссии загрязнений целесообразно разрабатывать инструменты стимулирования и мероприятия государственных программ в рамках отраслевой экологической политики. Условием участия в таких программах должно быть существенное повышение «экологического качества» инвестиций в основной капитал, а также использование технологий, гарантирующих снижение экоинтенсивности по конкретным видам воздействия и тем самым формирование трендов на экологическую модернизацию региональной экономики.

Список источников

Бобылев С. Н., Соловьева С. В., Ховакко И. Ю. Экологические конфликты в зеркале «цивилизации максимизации» // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Гуманитарные науки. 2021. Т. 14, № 7. С. 956–965. <https://doi.org/10.17516/1997-1370-0775>. EDN: EENACM.

Глазырина И. П. Институциональные аспекты эколого-экономического регулирования. Чита: Изд-во ЗабГУ, 2016. 218 с.

Головина Т. А., Авдеева И. Л., Матвеев В. В. Государственное стимулирование «зеленых» инвестиций в системе финансирования технологических проектов Арктической зоны // *Ars Administrandi* (Искусство управления). 2024. Т. 16, № 4. С. 710–735. <https://doi.org/10.17072/2218-9173-2024-4-710-735>. EDN: XVYKJO.

Дружинин П. В., Шкиперова Г. Т. Прогнозирование ограничений экономического роста северных регионов на основе «окон устойчивости» // *Арктика и Север*. 2021. № 44. С. 45–63. <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2021.44.45>. EDN: ECLRAN.

Дружинин П. В., Шкиперова Г. Т., Поташева О. В. и др. Оценка влияния развития экономики на загрязнение воздушной среды // *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*. 2020. Т. 13, № 2. С. 125–142. <https://doi.org/10.15838/esc.2020.2.68.8>. EDN: QZNJBR.

Дьяков М. Ю. Эко-интенсивность экономики Камчатского края как индикатор перехода к эколого-экономической сбалансированности // *ЭКО*. 2015. № 12. С. 154–164. EDN: UYXEJT.

Забелина И. А. Исследование качества экономического роста в регионах Востока России и Северо-Востока Китая // *Проблемы Дальнего Востока*. 2023. № 4. С. 131–150. <https://doi.org/10.31857/S013128120027151-7>. EDN: RZQAGG.

Забелина И. А. Оценка социо-эколого-экономического благополучия регионов востока России с использованием расширенной функции А. Сена // *Экономика региона*. 2022. Т. 18, № 2. С. 398–412. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2022-2-7>. EDN: QYXJWZ.

Забелина И. А. Социально-экологическое неравенство в регионах России: подходы и методы. Чита: Изд-во ЗабГУ, 2021. 320 с.

Кнауб Р. В., Игнатьева А. В. Оценка эко-интенсивности выбросов как гео-экологического индикатора устойчивого развития Арктической зоны России // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. 2021. Т. 7, № 3. С. 209–219. EDN: ZKWVFG.

Леонтьев В. В. Межотраслевая экономика. М.: Экономика, 1997. 477 с.

Пыжева Ю. И., Пыжев А. И., Зандер Е. В. Перспективы решения проблемы загрязнения атмосферного воздуха регионов России // Экономический анализ: теория и практика. 2019. Т. 18, № 3. С. 496–513. <https://doi.org/10.24891/ea.18.3.496>. EDN: DHXUAP.

Рюмина Е. В. Экологически скорректированный ВВП: сферы использования и проблемы оценки // Экономика региона. 2013. № 4. С. 107–115. <https://doi.org/10.17059/2013-4-10>. EDN: RRSMKP.

Третьякова Е. А. Современные методы исследования взаимосвязи эколого-экономических показателей // Комплексное развитие территориальных систем и повышение эффективности регионального управления в условиях цифровизации экономики: материалы V Нац. (Всерос.) науч.-практ. конф. / Редкол. Н. А. Шиббаева [и др.]. Орел: Орлов. гос. ун-т имени И. С. Тургенева, 2023. С. 295–302. EDN: KBEGWL.

Третьякова Е. А. Экологическая интенсивность экономического развития регионов Северо-Запада // Балтийский регион. 2019. Т. 11, № 1. С. 14–28. <https://doi.org/10.5922/2079-8555-2019-1-2>. EDN: ZAXZHN.

Экологические индикаторы качества роста региональной экономики / Под. ред. И. П. Глазыриной, И. М. Потравного. М.: НИА-Природа, 2005. 306 с. EDN: RUNQKN.

Daly H., Farley J. Ecological economics: Principles and applications. Washington, DC: Island Press, 2003. 450 p.

Eggert J., Hartmann J. Purchasing's contribution to supply chain emission reduction // Journal of Purchasing and Supply Management. 2021. Vol. 27, № 2. Art. № 100685. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2021.100685>. EDN: IOZZQZ.

Gordeev R. V., Pyzhev A. I., Syrtsova E. A. Effectiveness of the Federal “Clean Air” Project to improve air quality in the most polluted Russian cities // Urban Science. 2025. Vol. 9, № 1. Art. № 18. <https://doi.org/10.3390/urbansci9010018>. EDN: WHVCPK.

Norris S., Hagenbeck J., Schaltegger S. Linking sustainable business models and supply chains – Toward an integrated value creation framework // Business Strategy and the Environment. 2021. Vol. 30, № 8. P. 3960–3974. <https://doi.org/10.1002/bse.2851>. EDN: GSOYCL.

Pigou A. C. The economics of welfare. London: Macmillan, 1920. 976 p.

Pyzheva Yu. I., Zander E. V., Pyzhev A. I. Impacts of energy efficiency and economic growth on air pollutant emissions: Evidence from Angara–Yenisey Siberia // Energies. 2021. Vol. 14, № 19. Art. № 6138. <https://doi.org/10.3390/en14196138>. EDN: GRUUKP.

Tuni A., Rentizelas A. An innovative eco-intensity based method for assessing extended supply chain environmental sustainability // International Journal of Production Economics. 2019. Vol. 217. P. 126–142. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.08.028>.

Victor P. A. The Kenneth E. Boulding Memorial Award 2014: Ecological economics: A personal journey // *Ecological Economics*. 2015. Vol. 109. P. 93–100. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.11.009>.

Информация об авторах

И. П. Глазырина – доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории эколого-экономических исследований ФГБУН Института природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Российской академии наук, 672014, Россия, г. Чита, ул. Недорезова, 16а; профессор, заведующая кафедрой прикладной информатики и математики ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный университет», 672039, Россия, г. Чита, ул. Александрово-Заводская, 30

SPIN-код (РИНЦ): 6779-9738

AuthorID (РИНЦ): 3045

Web of Science ResearcherID: B-5041-2016

Scopus Author ID: 780145871

А. Н. Кривошеева – магистрант кафедры экономики ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный университет», 672039, Россия, г. Чита, ул. Александрово-Заводская, 30

SPIN-код (РИНЦ): 2551-0800

AuthorID (РИНЦ): 1287843

Web of Science ResearcherID: MTF-6863-2025

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 16.04.2025; одобрена после рецензирования 22.09.2025; принята к публикации 22.09.2025.

References

Bobylev, S. N., Solovyova, S. V. and Khovavko, I. Yu. (2021), “Ecological conflicts in the mirror of the “civilization of maximization””, *Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences*, vol. 14, no. 7, pp. 956–965, <https://doi.org/10.17516/1997-1370-0775>, EDN: EENACM.

Glazyrina, I. P. (2016), *Institutsional'nye aspekty ekologo-ekonomicheskogo regulirovaniya* [Institutional aspects of ecological and economic regulation], Transbaikal State University, Chita, Russia.

Golovina, T. A., Avdeeva, I. L. and Matveev, V. V. (2024), “State stimulation of “green” investments in the Arctic zone technological projects financing system”, *Ars Administrandi*, vol. 16, no. 4, pp. 710–735, <https://doi.org/10.17072/2218-9173-2024-4-710-735>, EDN: XVYKJO.

Druzhinin, P. V. and Shkiperova, G. T. (2021), “Forecasting the economic growth limitations in the Northern regions based on the “sustainability windows”

assessment”, *Arctic and North*, no. 44, pp. 45–63, <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2021.44.45>, EDN: ECLRAN.

Druzhinin, P. V., Shkiperova, G. T., Potasheva, O. V. et al. (2020), “The assessment of the impact of economy’s development on air pollution”, *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, vol. 13, no. 2, pp. 125–142, <https://doi.org/10.15838/esc.2020.2.68.8>, EDN: QZNJBR.

Dyakov, M. Yu. (2015), “Kamchatka’s economy eco-intensity as an indicator of the transition to environmental and economic balance”, *ECO*, no. 12, pp. 154–164, EDN: UYXEJT.

Zabelina, I. A. (2023), “A study of the economic growth quality in the Eastern regions of Russia and the Northeastern regions of China”, *Far Eastern Studies*, no. 4, pp. 131–150, <https://doi.org/10.31857/S013128120027151-7>, EDN: RZQAGG.

Zabelina, I. A. (2022), “Assessment of socio-ecological and economic welfare of the Russian eastern regions using Sen’s extended function”, *Economy of Regions*, vol. 18, no. 2, pp. 398–412, <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2022-2-7>, EDN: QYXJWZ.

Zabelina, I. A. (2021), *Sotsial’no-ekologicheskoe neravenstvo v regionakh Rossii: podkhody i metody* [Socio-ecological inequality in the regions of Russia: Approaches and methods], Transbaikal State University, Chita, Russia.

Knaub, R. V. and Ignateva, A. V. (2021), “Assessment of the eco-intensity of emissions as a geoecological indicator of sustainable development of the Arctic zone of Russia”, *Scientific Notes of the V. I. Vernadsky Crimean Federal University. Geography. Geology*, vol. 7, no. 3, pp. 209–219, EDN: ZKWVFG.

Leontiev, V. V. (1997), *Mezhotraslevaya ekonomika* [Intersectoral economics], Ekonomika, Moscow, Russia.

Pyzheva, Yu. I., Pyzhev, A. I. and Zander, E. V. (2019), “Solving the problem of atmospheric air pollution in Russian regions”, *Economic Analysis: Theory and Practice*, vol. 18, no. 3, pp. 496–513, <https://doi.org/10.24891/ea.18.3.496>, EDN: DHXUAP.

Ryumina, Ye. V. (2013), “Ecologically adjusted GDP: Spheres of using and assessment problems”, *Economy of Regions*, no. 4, pp. 107–115, <https://doi.org/10.17059/2013-4-10>, EDN: RRSMPK.

Tretyakova, E. A. (2023), “Modern methods of studying the interrelation of ecological and economic indicators”, in Shibaeva, N. A. (ed.), *Kompleksnoe razvitie territorial’nykh sistem i povyshenie effektivnosti regional’nogo upravleniya v usloviyakh tsifrovizatsii ekonomiki* [Integrated development of territorial systems and improvement of regional governance efficiency under economy digitalization: Materials of the V National (All-Russian) research to practice conference], Orel State University named after I. S. Turgenev, Orel, Russia, pp. 295–302, EDN: KBGLW.

Tretyakova, E. A. (2019), “Environmental intensity of economic growth in the Baltic Sea region”, *Baltic Region*, vol. 11, no. 1, pp. 14–28, <https://doi.org/10.5922/2079-8555-2019-1-2>, EDN: ZAXZHN.

Glazyrina, I. P. and Potravnyi, I. M. (eds.) (2005), *Quality of growth indicators for regional economies*, NIA-Priroda, Moscow, Russia, EDN: RUNQKN.

Daly, H. and Farley, J. (2003), *Ecological economics: Principles and applications*, Island Press, Washington, DC, US.

Eggert, J. and Hartmann, J. (2021), “Purchasing’s contribution to supply chain emission reduction”, *Journal of Purchasing and Supply Management*, vol. 27, no. 2, art. no. 100685, <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2021.100685>, EDN: IOZZQZ.

Gordeev, R. V., Pyzhev, A. I. and Syrtsova, E. A. (2025), “Effectiveness of the Federal “Clean Air” Project to improve air quality in the most polluted Russian cities”, *Urban Science*, vol. 9, no. 1, art. no. 18, <https://doi.org/10.3390/urbansci9010018>, EDN: WHVCPK.

Norris, S., Hagenbeck, J. and Schaltegger, S. (2021), “Linking sustainable business models and supply chains – Toward an integrated value creation framework”, *Business Strategy and the Environment*, vol. 30, no. 8, pp. 3960–3974, <https://doi.org/10.1002/bse.2851>, EDN: GSOYCL.

Pigou, A. C. (1920), *The economics of welfare*, Macmillan, London, UK.

Pyzheva, Yu. I., Zander, E. V. and Pyzhev, A. I. (2021), “Impacts of energy efficiency and economic growth on air pollutant emissions: Evidence from Angara–Yenisey Siberia”, *Energies*, vol. 14, no. 19, art. no. 6138, <https://doi.org/10.3390/en14196138>, EDN: GRUUKP.

Tuni, A. and Rentizelas, A. (2019), “An innovative eco-intensity based method for assessing extended supply chain environmental sustainability”, *International Journal of Production Economics*, vol. 217, pp. 126–142, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.08.028>.

Victor, P. A. (2015), “The Kenneth E. Boulding Memorial Award 2014: Ecological economics: A personal journey”, *Ecological Economics*, vol. 109, pp. 93–100, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.11.009>.

Information about the authors

I. P. Glazyrina – Doctor of Economics, Professor, Chief Researcher of the Laboratory of Ecological and Economic Research, Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 16a Nedorezov Str., Chita, 672014, Russia; Professor, Head of the Department of Applied Informatics and Mathematics, Transbaikal State University, 30 Alexandrovo-Zavodskaya Str., Chita, 672039, Russia

SPIN code (RSCI): 6779-9738

AuthorID (RSCI): 3045

Web of Science ResearcherID: B-5041-2016

Scopus Author ID: 780145871

A. N. Krivosheeva – Master Student of the Department of Economics, Transbaikal State University, 30 Alexandrovo-Zavodskaya Str., Chita, 672039, Russia

SPIN code (RSCI): 2551-0800,

AuthorID (RSCI): 1287843

Web of Science ResearcherID: MTF-6863-2025

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interest.

The article was submitted on 16.04.2025; approved after reviewing 22.09.2025; accepted for publication 22.09.2025.