

Оригинальная статья / Original article

УДК 504.03, 502.131.1

DOI: 10.18470/1992-1098-2025-2-15



Оценка экологической эффективности при достижении целей устойчивого развития субъектов РФ

Василий М. Караулов¹, Елена В. Каранина¹, Назирхан Г. Гаджиев²¹Вятский государственный университет, Киров, Россия²Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия**Контактное лицо**

Елена В. Каранина, доктор экономических наук, профессор, кафедра финансов и экономической безопасности, Вятский государственный университет; 610000 Россия, г. Киров, ул. Московская, 36.

Тел. +79226639024

Email karanina@vyatsu.ruORCID <https://orcid.org/0000-0002-5439-5912>**Формат цитирования**

Караулов В.М., Каранина Е.В., Гаджиев Н.Г. Оценка экологической эффективности при достижении целей устойчивого развития субъектов РФ // Юг России: экология, развитие. 2025. Т.20, N 2. С. 185-194. DOI: 10.18470/1992-1098-2025-2-15

Получена 14 февраля 2025 г.

Прошла рецензирование 14 апреля 2025 г.

Принята 28 апреля 2025 г.

Резюме

Цель: провести сравнительный анализ экологической эффективности развития субъектов РФ в долгосрочном периоде в контексте реализации принципов «зеленой» экономики.

Исследование проведено на основе открытых данных эколого-экономического развития девяти субъектов и трех федеральных округов России в 2010–2022 гг. с использованием экономико-математических и статистических методов, включая корреляционно-регрессионный анализ и методы оценки проявления долгосрочного положительного эффекта декарбонизации.

Установлено, что в исследуемых субъектах в целом в долгосрочном периоде наблюдается повышение экологической эффективности экономик относительно выбросов в атмосферный воздух, сброса загрязненных сточных вод и использования свежей воды, но могут быть значительные межрегиональные различия, и в отдельных случаях может наблюдаться снижение экологической эффективности. Реализация «зеленых» инвестиций в основной капитал в регионах сильно дифференцирована по масштабу и динамике, часто носит нестабильный характер, а их влияние на повышение экологической эффективности неустойчиво.

На фоне роста региональных экономик может значительно ухудшаться экологическая обстановка по отдельным факторам, например, относительно выбросов оксида углерода в атмосферный воздух. Инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов, могут способствовать повышению экологической эффективности. Для достижения целей «зеленой» экономики нужны комплексные решения, обеспечивающие устойчивый приток «зеленых» инвестиций в регионы с учетом их региональной структуры.

Ключевые слова

Устойчивое развитие, «зеленая» экономика, «зеленые» инвестиции, экологическая эффективность, долгосрочный декарбонизация, устойчивый декарбонизация.

Assessment of environmental efficiency in achieving sustainable development goals of the constituent entities of the Russian Federation

Vasily M. Karaulov¹, Elena V. Karanina¹ and Nazirkhan G. Gadzhiev²

¹Vyatka State University, Kirov, Russia

²Dagestan State University, Makhachkala, Russia

Principal contact

Elena V. Karanina, Doctor of Economic Sciences, Professor, Department of Biology, Vyatka State University; 36 Moscovskaya St., Kirov, Russia, 610000.

Tel. +79226639024

Email karanina@vyatsu.ru

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5439-5912>

How to cite this article

Karaulov V.M., Karanina E.V., Gadzhiev N.G. Assessment of environmental efficiency in achieving sustainable development goals of the constituent entities of the Russian Federation. *South of Russia: ecology, development*. 2025; 20(2):185-194. (In Russ.) DOI: 10.18470/1992-1098-2025-2-15

Received 14 February 2025

Revised 14 April 2025

Accepted 28 April 2025

Abstract

Aim. To carry out a comparative analysis of the environmental efficiency of development of the constituent entities of the Russian Federation in the long term in the context of the implementation of the principles of the "green" economy.

The study was conducted on the basis of open data concerning the ecological and economic development of nine subjects and three federal districts of the Russian Federation in 2010–2022. Economic, mathematical and statistical methods were used, including correlation and regression analysis and methods for assessing the manifestation of the long-term positive effect of decoupling.

It has been established that in the districts studied, as a whole, in the long-term period, there is an increase in environmental efficiency of economies in terms of emissions into the atmosphere, polluted wastewater discharge and fresh water usage, but there may be significant interregional differences and in some cases a decrease in environmental efficiency may be observed. The implementation of "green" investments in fixed capital in the regions is highly differentiated in scale and dynamics, is often unstable and their impact on increasing environmental efficiency is unstable.

Against the background of regional economic growth, the environmental situation may significantly worsen in terms of individual factors, for example carbon monoxide emissions into the atmosphere. Investments in fixed capital aimed at environmental protection and rational use of natural resources may contribute to increased environmental efficiency. To achieve the goals of a "green" economy, comprehensive solutions are needed that ensure a sustainable inflow of "green" investments into regions in accordance with their regional structure.

Key Words

Sustainable development, green economy, green investments, environmental efficiency, long-term decoupling, sustainable decoupling.

ВВЕДЕНИЕ

Достижение безопасного регионального развития всех территорий – важнейшая национальная цель. Под безопасным региональным развитием стоит понимать два основных аспекта: обеспечение безопасного состояния региональной экосистемы и сбалансированного роста, который характеризуется экономическим ростом и ростом благосостояния населения при сохранении естественного биологического разнообразия и экологического равновесия – устойчивого и долгосрочного сосуществования природных экосистем, находящихся на той же территории [1]. Другими словами, экологическая безопасность должна рассматриваться как составляющая экономической безопасности [2].

В 2015 году Генеральная Ассамблея ООН приняла Цели устойчивого развития на 2030 год, направленные на решение глобальных проблем, включая изменение климата, утрату биоразнообразия, обеспечение здорового образа жизни и содействие благополучию для всех в любом возрасте [3].

Влиянию экономического развития на состояние окружающей среды в мировой практике уделяется много внимания, в частности, с конца 20 века развивается экологическая экономика, в рамках которой разрабатываются модели взаимодействия эколого-экономических систем, например, с помощью специальных функций загрязнения окружающей среды. Такие модели сложны в реализации, в том числе при исследовании экологичности экономического развития на уровне регионов России [4]. В последнем случае для масштабирования исследований предпочтительнее применять единые и быстро реализуемые подходы. Сложность задачи исследования обусловлена междисциплинарным характером: развитие предполагает экономический рост, что с одной стороны, способствует росту возможностей и благополучию населения, но с другой стороны, может вступать в противоречие с требованиями сохранения экологической обстановки и биоразнообразия.

Решение данной проблемы реализуется в рамках экологического курса, направленного на «зеленую» экономику, предполагающего развитие климатической нейтральности: сокращение энергоёмкости валового внутреннего продукта (ВВП), увеличение доли восстанавливаемых источников энергии, сокращение выбросов парниковых газов и других экологических параметров до целевых уровней к 2030 и 2050 гг. [5]. Для достижения целей «зеленой» экономики служит концепция «зеленой промышленной политики» – смещение экономических траекторий от традиционных отраслей к новым, «более зеленым» промышленным технологиям, в частности, путем расширения промышленных мощностей по производству возобновляемой энергии или переходу на экономику замкнутого цикла с целью снижения воздействия на окружающую среду, связанного с функционированием промышленных предприятий [6].

Преодоление экологической проблемы в условиях экономического роста может быть реализовано в концепции циркулярной экономики – обеспечения безотходности производства продукции за счет создания для нее жизненного цикла замкнутого вида путем повторной переработки и повторного использования в производственном процессе отходов,

что снижает отрицательное воздействие отходов на окружающую среду как в процессе производства, так и потребления [7].

С позиций концепций устойчивого развития и «зеленой экономики» необходимо обеспечивать качественный рост, включающий повышение экологической эффективности, или эко-эффективности – отношения экономической стоимости произведённого и воздействием на окружающую среду при производстве определённого продукта или услуги [8]. С учётом рекомендаций Европейской экономической комиссии ООН в отечественной практике рассматриваются такие экологические показатели как выбросы парниковых газов в разбивке по видам деятельности, на душу населения, на единицу ВВП и другие [9].

Исследования показывают, что результаты реализации «зеленой» экономики могут иметь достаточно противоречивые тенденции в контексте направленности проявления эффекта декарпинга – более низких темпов потребления ресурсов или загрязнения окружающей среды относительно темпов роста экономики [10] и подвержены сильному влиянию внешних шоков, например, санкционному давлению недружественных стран и другим ограничениям [11]. С учетом этого предлагается оценку результативности реализации «зеленой» повестки рассматривать в среднесрочном или долгосрочном периоде, например, с помощью наличия и величины долгосрочного положительного эффекта декарпинга [12].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе представлены результаты экономико-математического и статистического анализа реализации принципов «зеленой экономики» как в целом по РФ, так и на примере трех федеральных округов (СКФО, ПФО и УФО) и девяти субъектов этих округов за период 2010–2022 гг. – Республики Дагестан, Чеченской Республики, Ставропольского края, Кировской, Нижегородской, Оренбургской, Курганской, Свердловской и Челябинской областей. В качестве исходных данных использовались материалы, представленные на сайте Росстата, в частности, показатели ВРП, выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, использование свежей воды и сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты. Анализ проводился с позиций оценки экологической эффективности экономик субъектов. В основе оценки использовался показатель декарпинга экологического фактора, количественная оценка которого в год t вычисляется по формуле [13]:

$$D_t = 1 - \frac{X_t}{Y_t} / \frac{X_{t-1}}{Y_{t-1}}, \quad (1)$$

В качестве Y_t рассматривается выпуск конечной продукции, например, валовой региональный продукт (ВРП) в исследуемом субъекте в период (год) t , а в качестве X_t – объем воздействия экологического фактора (загрязнения окружающей среды или потребления природного ресурса). Считается, что наблюдается положительный эффект декарпинга, если $D_t > 0$, а увеличение D_t отражает рост экологической эффективности экономики.

При оценке эффекта декаплинга в долгосрочном периоде необходимо учитывать несопоставимость текущих стоимостных показателей ВРП и уровня цен в субъектах РФ. Поэтому стоимостные показатели субъектов пересчитывались также как в [12] – в стоимостные эквиваленты числа фиксированных наборов потребительских товаров и услуг – фиксированных потребительских корзин (ФПК). Если Y_t – выпуск конечной продукции (ВРП) в исследуемом субъекте в период (год) t , измеряемый в млн руб. и P_t – стоимость ФПК, то $Q_t = Y_t/P_t$ – стоимостной эквивалент ВРП, выражаемый через число млн ФПК субъекта. Тогда единицей выпуска экономики субъекта можно считать стоимостной эквивалент одной ФПК – $P_t = Y_t/Q_t$.

В качестве экологических факторов рассматриваются показатели объемов загрязнения окружающей среды X_t (выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, тыс. т и сброс загрязненных сточных, млн куб. м) или объем потребления природного ресурса (свежей воды, млн куб. м) в год t . Наличие экологической эффективности экологического фактора (уровня загрязнения или потребления ресурса) может оцениваться как снижение удельного загрязнения или удельного потребления ресурса – отношения уровня загрязнения или потребления ресурса на единицу выпуска конечной продукции в исследуемом субъекте: $x_t = X_t/Q_t$.

Если показатель ВРП измеряется в ФПК, то в формуле (1) $Y_t = Q_t$ и оценка декаплинга может измеряться через относительное изменение удельного загрязнения или использования природного ресурса, взятое с противоположным знаком [11]:

$$D_t = 1 - \frac{x_t}{Q_t} / \frac{x_{t-1}}{Q_{t-1}} = 1 - \frac{x_t}{x_{t-1}} = \frac{x_{t-1} - x_t}{x_{t-1}} = -\frac{x_t - x_{t-1}}{x_{t-1}}. \quad (2)$$

Таким образом, проявление эффекта декаплинга $D_t > 0$, согласно формуле (2), говорит о снижении удельного загрязнения или использования природного ресурса.

Для оценки проявления долгосрочного эффекта декаплинга применяется экспоненциальная модель тренда удельного загрязнения (или потребления) природного ресурса [12]:

$$x_t = a \cdot e^{bt}, \quad (3)$$

которая строится по статистическим данным удельных загрязнений (или использования) природного ресурса за 2010–2022 гг. с помощью стандартных статистических пакетов (например, в MS Excel в форме экспоненциального тренда). Тогда среднегодовой эффект декаплинга в этом периоде вычисляется как $D_t = -b$, а при наличии положительного эффекта за весь исследуемый период T (12 лет) декаплинг составляет:

$$D_T = (1 - b)^{12} - 1. \quad (4)$$

Использование формулы (4) предполагает, что в рассматриваемом периоде T в целом наблюдается экономический рост (а не спад), иначе выводы об

экологической эффективности становятся некорректными.

Оценка долгосрочного эффекта декаплинга может быть получена и с помощью формул (1) или (2) с временными показателями $t = 2022$ и $(t - 12 = 2010)$, но применение формулы (4) рассматривается как более предпочтительное. Объясняется это тем, что при использовании формул (1) и (2) результат зависит только от показателей начального и конечного периодов и не зависит от промежуточных. Из-за этого, в частности, может проявляться эффект базы. Напротив, оценка долгосрочного декаплинга по формуле (4) учитывает все периоды, так как получается на основе эконометрической модели, и может быть дополнена характеристикой устойчивости на основе коэффициента детерминации R^2 модели (3). Предлагается считать долгосрочный эффект декаплинга $D_t = -b$:

- устойчивым, если $R^2 \geq 0,80$;
- слабо устойчивым, если $0,65 \leq R^2 < 0,80$;
- неустойчивым, если $R^2 < 0,65$.

Выбор данной шкалы для классификации устойчивости декаплинга обусловлен следующими статистическими свойствами параметра b модели (3):

- при $R^2 \geq 0,8$ и $T \geq 5$ параметр b и оценка среднегодового декаплинга $D_t = -b$ статистически значимые при 5 % уровне значимости, а в случае $T \geq 7$ – при 1 % уровне значимости.
- при $R^2 \leq 0,64$ и $T \leq 5$ параметр b и оценка среднегодового декаплинга статистически незначимые даже при 10 % уровне значимости.
- при $R^2 \geq 0,65$ и $T \geq 5$ получается 10 %-й уровень значимости, а в случае $T \geq 7$ – 5 % уровень значимости.

Дополнительно был проведен статистический анализ влияния на экологическую эффективность инвестиций в основной капитал региональных экономик, направленных на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов. В частности, на основе корреляционного анализа исследовалось влияние масштаба и роста и «зеленых» инвестиций на долгосрочный положительный эффект декаплинга.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка устойчивости экономического развития

В исследуемом периоде согласно экспоненциальной модели тренда по показателю ВВП РФ в ФПК за 12 лет прирост экономики составил 43,0 % и фиксируется как устойчивый. В рассматриваемых федеральных округах рост экономик оценивается как слабо устойчивый. Наибольший рост в УФО – на 52,5 %, в СКФО – на 29,6 % и в ПФО – на 29,4 %. В трех регионах рост оказался неустойчивым – на 4,6 % в Курганской области, на 21,6 % в Республике Дагестан и на 25,5 % в Оренбургской области. В остальных рассматриваемых регионах рост устойчивый: Чеченская Республика – на 70,6 %, Челябинская область – на 47,8 %, Ставропольский край – на 41,9 %, Свердловской область – на 36,1 %, Кировская область – на 33,9 % и Нижегородская область – на 33,0 %.

Уровень снижения удельных загрязнений атмосферного воздуха

На фоне растущих экономик одним из проявлений принципов «зеленой экономики» должно быть снижение удельных загрязнений окружающей среды и удельного потребления природных ресурсов. Исследо-

вания показали, что в целом в исследуемых субъектах наблюдается снижение удельных загрязнений атмосферного воздуха (табл. 1), но относительно удельных выбросов оксида углерода ситуация в регионах неоднородная (рис. 1).

Таблица 1. Удельные выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных и передвижных источников, кг

Table 1. Specific emissions of pollutants into the atmosphere from stationary and mobile sources, kg

Субъект Subject	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
РФ Russian Federation	7,5	6,6	6,4	6,4	6,3	6,4	6,1	5,9	5,5	3,8	4,0	3,4	3,2
Северо-Кавказский ФО North Caucasus Federal District	10,4	7,0	6,3	6,4	6,4	6,9	6,7	6,8	7,3	4,3	4,3	4,1	3,6
Респ. Дагестан Republic of Dagestan	5,6	5,4	4,8	4,7	4,6	5,0	5,2	5,4	5,6	1,5	1,3	1,3	1,1
Чеченская Респ. Chechen Republic	11,8	10,3	8,5	9,9	9,2	10,4	9,1	8,6	8,9	7,3	7,5	7,2	6,7
Ставропольский край Stavropol Krai	16,7	8,3	7,7	7,6	7,0	7,0	6,7	7,0	7,6	6,7	7,0	6,3	5,5
Приволжский ФО Volga Federal District	6,8	6,1	5,9	6,0	6,2	6,4	6,4	6,1	5,9	3,7	3,8	3,3	3,1
Кировская обл. Kirov Region	9,6	9,4	9,1	9,8	10,1	9,5	9,0	8,6	8,6	7,3	7,0	6,1	5,9
Нижегородская обл. Nizhny Novgorod Region	5,1	5,3	4,8	5,2	4,8	4,9	4,9	4,8	4,2	2,5	2,3	2,2	2,0
Оренбургская обл. Orenburg Region	13,3	12,2	12,6	9,8	9,7	11,3	11,8	10,9	10,0	6,8	6,8	5,8	5,5
Уральский ФО Ural Federal District	11,2	9,6	9,4	8,5	7,7	7,5	7,4	6,9	6,0	4,7	5,4	4,3	4,0
Курганская обл. Kurgan Region	11,0	7,9	7,4	8,0	6,8	7,9	6,9	7,6	9,2	4,6	4,4	4,3	3,5
Свердловская обл. Sverdlovsk region	13,5	10,9	10,5	10,8	10,3	10,1	8,9	8,8	8,6	6,2	5,9	5,3	5,3
Челябинская обл. Chelyabinsk Region	12,8	11,0	10,6	10,5	10,6	9,5	8,7	7,6	7,4	5,3	5,1	4,6	4,2

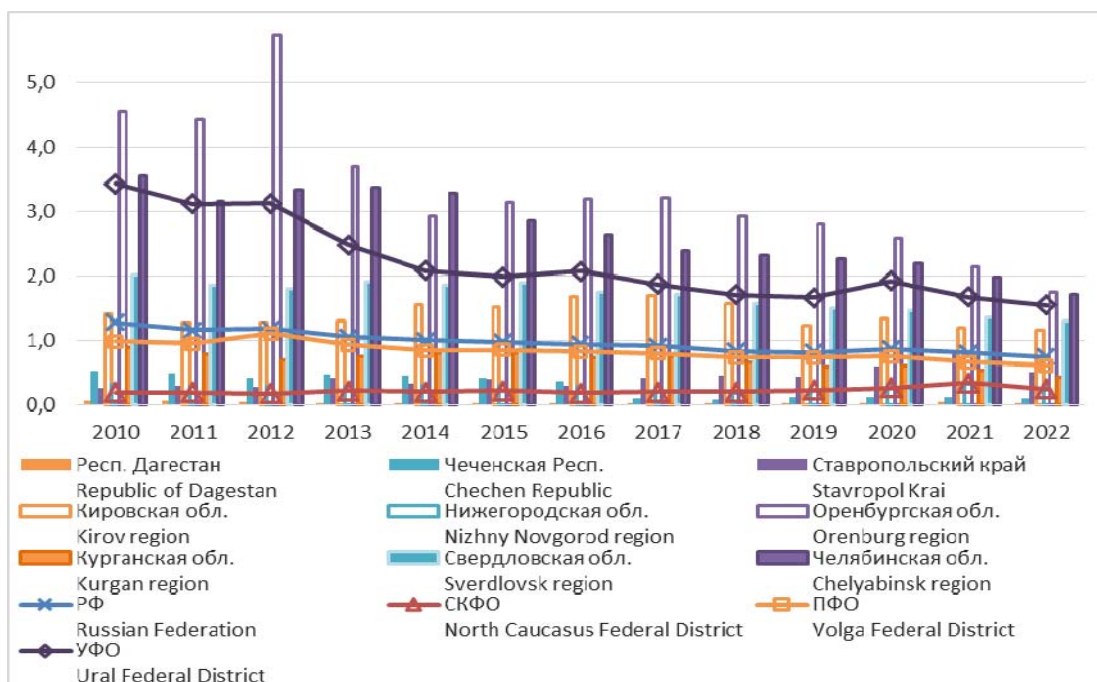


Рисунок 1. Удельные выбросы оксида углерода в атмосферный воздух, отходящие от стационарных источников, кг
Figure 1. Specific emissions of carbon monoxide into the atmosphere from stationary sources, kg

Наибольшее снижение удельных загрязнений атмосферного воздуха за 12 лет в исследуемых регионах наблюдается в Республике Дагестан – в 3,7 раза и, соответственно, наибольший долгосрочный положительный эффект декарпинга – 370,3 %. Но данный эффект рассматривается как неустойчивый ($R^2 = 0,639$), как и в Ставропольском крае ($R^2 = 0,495$). Наименьший долгосрочный положительный эффект декарпинга в Чеченской Республике – 55,8 % и он слабо устойчивый ($R^2 = 0,786$). Устойчивый долгосрочный положительный эффект декарпинга относительно удельных загрязнений атмосферного воздуха проявляется в двух регионах – в Челябинской области – 192,1 % и в Свердловской области – 139,4 %. В остальных субъектах фиксируется слабоустойчивый положительный эффект декарпинга. В целом по исследуемым федеральным округам наибольший и устойчивый долгосрочный положительный эффект декарпинга в УФО – 155,8 %, что выше, чем в целом по РФ (116,4 %). В СКФО и ПФО показатель декарпинга чуть меньше общероссийского (109,9 % и 103,5 % соответственно).

Уровень удельных выбросов оксида углерода

Относительно удельных выбросов оксида углерода в атмосферный воздух, отходящих от стационарных источников, тенденции разнонаправленные. В целом по РФ наблюдается устойчивый долгосрочный

положительный эффект декарпинга – 62,8 %. Но по СКФО нет положительного эффекта декарпинга – удельные выбросы оксида углерода выросли на 32,6 %, но объем удельных загрязнений меньше половины удельных загрязнений в ПФО, а в ПФО удельные загрязнения меньше половины удельных загрязнений в УФО. Кроме того, если динамика удельных загрязнений в СКФО неустойчивая, то в УФО и ПФО наблюдается устойчивый долгосрочный положительный эффект декарпинга (108,8 % и 60,1 % соответственно). Среди регионов наибольший долгосрочный положительный эффект декарпинга в Чеченской Республике – 579,9 % при слабой устойчивости, в Оренбургской области – 134,4 % и высокий уровень устойчивости, в Республике Дагестан – 115,8 %, но положительный эффект неустойчивый. В Ставропольском крае положительный эффект декарпинга отсутствует – удельные выбросы оксида углерода выросли на 59,5 %, но при этом остались меньше третьей части удельных загрязнений в Оренбургской области.

Уровень снижения удельных загрязнений поверхностных водных объектов

Исследования удельных сбросов загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты в исследуемых субъектах показали наличие долгосрочного положительного эффекта декарпинга (рис. 2).

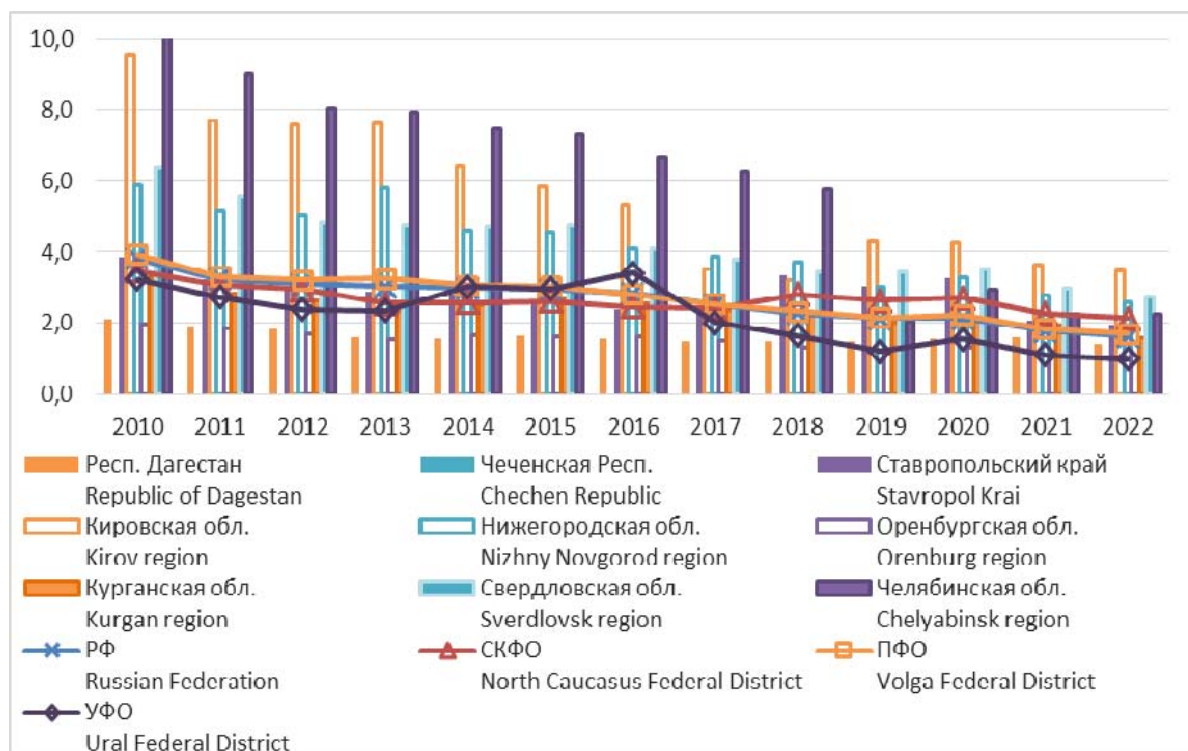


Рисунок 2. Удельный сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты, куб. м
Figure 2. Specific discharge of polluted wastewater into surface water bodies, cubic metres

Динамика удельного сброса загрязненных сточных вод подобна динамике удельных загрязнений атмосферного воздуха, но с другим характером распределения среди регионов. В целом по РФ долгосрочный положительный эффект декарпинга устойчивый и составил 106,4 %. Также устойчивый эффект декарпинга

в ПФО – 107,0 %. Наибольший эффект среди исследуемых округов в УФО – 192,6 %, но этот эффект слабо устойчивый. В СКФО эффект декарпинга наименьший – 35,1 % и неустойчивый. В исследуемых регионах наибольший и устойчивый долгосрочный положительный эффект в Челябинской области –

361,9 %, Кировской области – 170,3 %, Нижегородской области – 119,9 % и в Свердловской области – 105,9 %. Наименьший и неустойчивый эффект декаплинга в Республике Дагестан – 32,7 % и в Ставропольском крае – 43,6 %.

Уровень удельного потребления свежей воды

Исследование динамики удельного потребления природных ресурсов на примере использования свежей воды также показывает рост экологической эффективности – удельное потребление природного ресурса снижается, но масштабы динамики менее значительные. В ПФО удельное потребление свежей воды немного уступает показателям по РФ в целом. В

УФО удельное потребление свежей воды еще меньше. Существенно больше удельное потребление свежей воды в СКФО – оно превышает общие показатели по РФ в отдельные годы в пять и более раз (рис. 3). В последнем случае это объясняется отраслевой специализацией большинства экономик регионов округа, например, в Республике Дагестан на долю сельского, лесного хозяйства, охоты, рыболовства и рыбноводства приходится в структуре ВРП около 20 %, а на долю обрабатывающих производств всего 3,3 %. Поэтому в республике очень низкий объем потребления оборотной и повторно используемой воды – менее одного процента от потребления свежей воды.

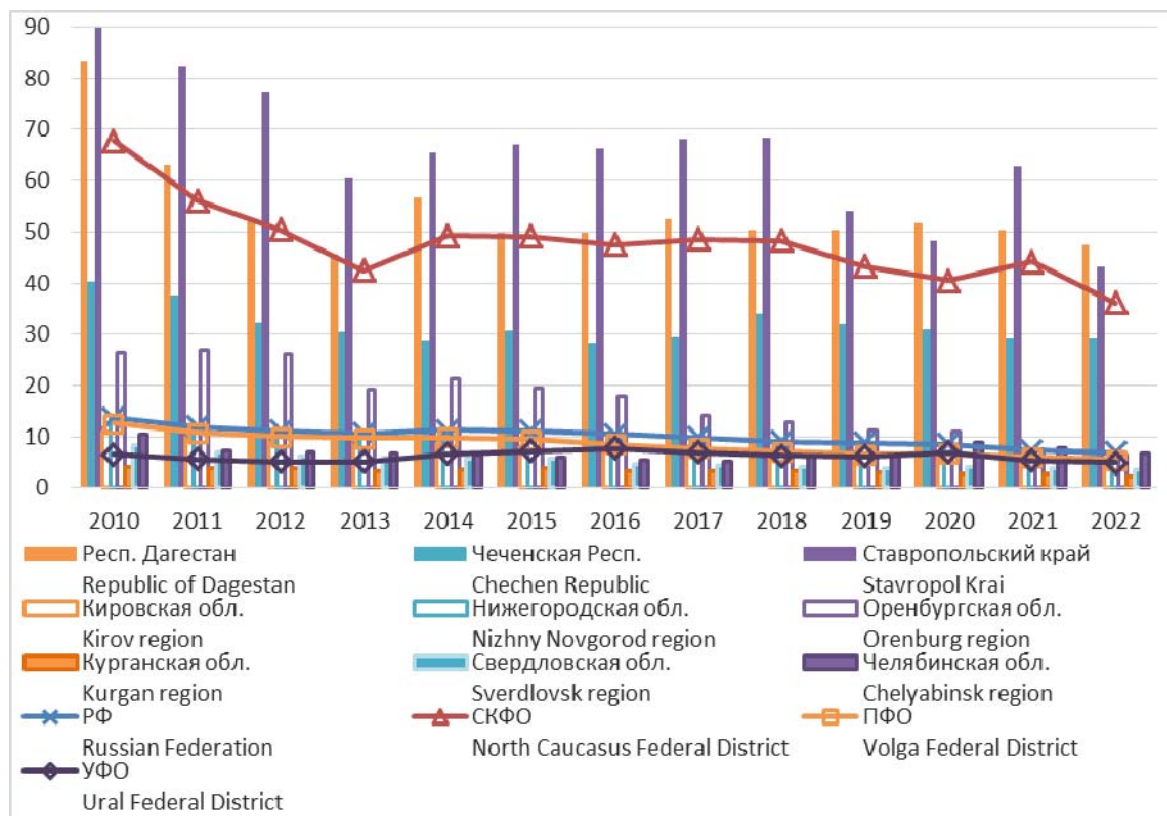


Рисунок 3. Удельное потребление свежей воды, куб. м
Figure 3. Specific consumption of fresh water, cubic metres

В целом по РФ долгосрочный положительный эффект декаплинга использования свежей воды устойчивый и составил 76,8 %. В ПФО он также устойчивый – 110,6 %, в СКФО эффект декаплинга малоустойчивый – 46,3 %, а в УФО – неустойчивый – 2,2 %. В исследуемых регионах наибольший устойчивый долгосрочный положительный эффект декаплинга относительно потребления свежей воды зафиксирован в Оренбургской области – 276,4 %, Нижегородской области – 127,1 % и в Свердловской области – 115,5 %. Наименьший и неустойчивый долгосрочный положительный эффект декаплинга – в Челябинской области (8,0 %), Чеченской Республике (21,1 %) и в Республике Дагестан (33,0 %).

Влияние «зеленых» инвестиций на экологическую эффективность экономики

Одним из источников реализации принципов «зеленой экономики» являются инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов.

Исследования показали, что объем таких инвестиций относительно производимого в субъекте конечного продукта не превышает 0,5 %. Средний показатель таких инвестиций по РФ составил 0,216 % от ВВП, а оценка динамики инвестиций на душу населения в ФПК за 12 лет на основе экспоненциальной модели тренда показала неустойчивый рост на 10,8 %. В СКФО объем инвестиций на душу населения в два и более раз уступает показателям по ПФО, которые сопоставимы с показателями по РФ, а в УФО могут превышать показатели РФ до двух раз. Динамика таких инвестиций в исследуемых регионах неоднородная, в трех из них происходит снижение «зеленых» капиталовложений на треть и более, а если рост в субъектах и наблюдается, то он неустойчивый (рис. 4). Поэтому в явном виде нельзя утверждать, что наращивание «зеленых» инвестиций обеспечивает экологическую эффективность, в частности, в форме долгосрочного положительного эффекта декаплинга относительно рассматриваемых экологических факторов (табл. 2).

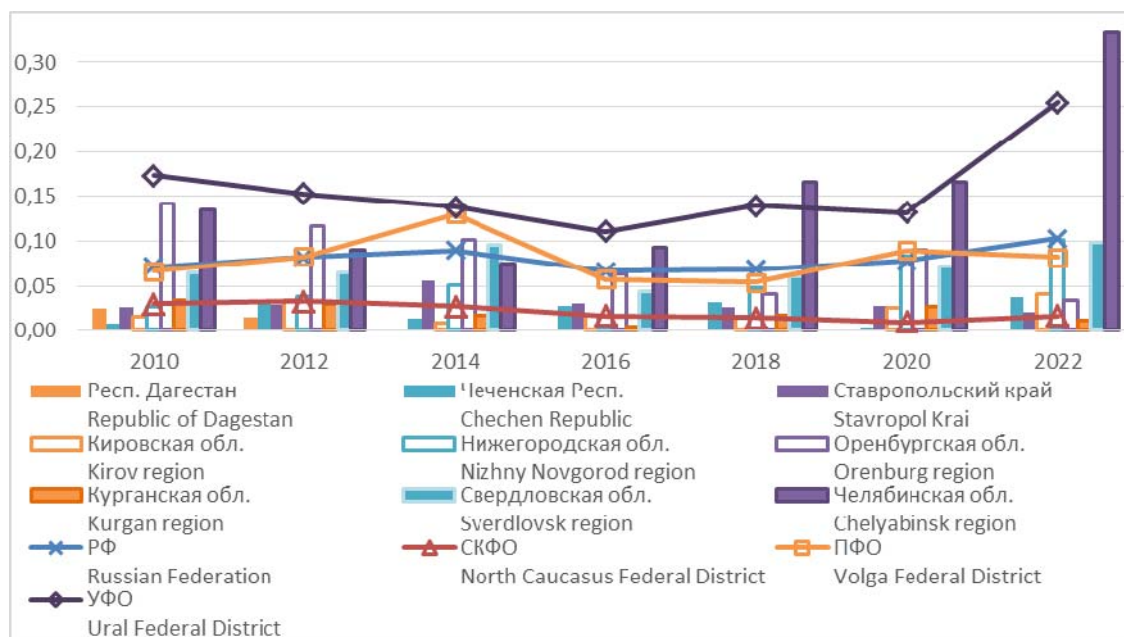


Рисунок 4. Инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов на душу населения, фиксированных наборов потребительских товаров и услуг (ФПК)

Figure 4. Investments in fixed capital aimed at environmental protection and rational use of natural resources per capita, fixed sets of consumer goods and services

Таблица 2. Влияние «зеленых» инвестиций на долгосрочный декарпинг

Table 2. The Impact of green investments on long-term decoupling

Субъект Subject	Зеленые инвестиции Green investments			Долгосрочный декарпинг, % Long-term decoupling, %			
	Доля в ВРП, % Share in GRP, %	Прирост, % Growth, %	R^2	Выбросы оксида углерода Carbon monoxide emissions	Выбросы всего в атмосферный воздух Total emissions into the atmosphere	Сброс загрязненных сточных вод Discharge of contaminated wastewater	Использование свежей воды Using fresh water
РФ Russian Federation	0,216	10,8	0,064	62,8	116,4	106,4	76,8
Северо-Кавказский ФО North Caucasus Federal District	0,148	-69,8	0,773	-32,6	109,9	35,1	46,3
Респ. Дагестан Republic of Dagestan	0,039	-100,0	0,758	115,8	370,3	32,7	33,0
Чеченская Респ. Chechen Republic	0,229	-1,1	0,000	579,9	55,8	—	21,1
Ставропольский край Stavropol Region	0,185	-32,6	0,209	-59,5	74,2	43,6	66,0
Приволжский ФО Volga Federal District	0,270	-8,6	0,012	60,1	105,3	107,0	110,6
Кировская обл. Kirov Region	0,111	62,6	0,131	9,3	62,2	170,3	78,8
Нижегородская обл. Nizhny Novgorod Region	0,168	191,5	0,463	12,3	164,0	119,9	127,1
Оренбургская обл. Orenburg Region	0,228	-69,3	0,677	134,4	122,5	73,8	276,4
Уральский ФО Ural Federal District	0,250	18,1	0,059	108,8	155,8	192,6	2,2
Курганская обл. Kurgan Region	0,106	-48,0	0,131	69,7	131,2	67,7	55,6
Свердловская обл. Sverdlovsk Region	0,202	17,5	0,052	48,7	139,4	105,9	115,5
Челябинская обл. Chelyabinsk Region	0,469	175,3	0,567	94,6	192,1	361,9	8,0

С целью оценки потенциала использования «зеленых» инвестиций для достижения принципов «зеленой» экономики был проведен корреляционный анализ влияния масштаба «зеленых» инвестиций и их долгосрочной динамики на экологическую эффективность в разрезе рассматриваемых экологических факторов. Данный анализ показал, что рост масштаба таких инвестиций и положительная динамика сильно коррелируют с долгосрочным положительным эффектом декарбонизации только относительно экологического фактора «сброс загрязненных сточных вод» – коэффициент корреляции составил 0,80 и 0,75 соответственно. В частности, на основе этого и табл. 2 можно сделать вывод: обеспечение долгосрочного положительного эффекта декарбонизации более 100 % относительно экологического фактора «сброс загрязненных сточных вод» (т.е. снижение удельных сбросов вдвое и более) связано с ростом «зеленых» инвестиций в долгосрочном периоде.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценкой реализации принципов «зеленой» экономики на уровне субъектов РФ может выступать показатель экологической эффективности. Одной из форм проявления экологической эффективности выступает снижение удельных загрязнений окружающей среды или снижение удельного потребления природного ресурса, т.е. на единицу выпуска конечного продукта в регионе. При использовании в качестве единицы выпуска стоимостного эквивалента в форме фиксированного набора потребительских товаров и услуг в регионе получается показатель экологической эффективности, который позволяет корректно сопоставлять экологичность экономик различных регионов, а также их изменения в динамике. Относительное снижение такого показателя также является показателем декарбонизации экологического фактора, а эконометрическая модель показателя экологической эффективности в форме экспоненциального тренда дает инструмент для оценивания долгосрочного положительного эффекта декарбонизации и его устойчивости.

В исследуемых регионах России в целом проявляется долгосрочный положительный эффект декарбонизации, при этом он может носить устойчивый, слабо устойчивый и неустойчивый характер. В других случаях может наблюдаться снижение экологической эффективности. Поэтому на фоне роста региональных экономик может значительно ухудшаться экологическая обстановка по отдельным факторам, например, выбросы оксида углерода в атмосферный воздух. Повышению экологической эффективности могут способствовать инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов. Данные меры часто подвержены влиянию внешних шоков и не носят долгосрочный и устойчивый характер. Поэтому для достижения целей «зеленой» экономики нужны комплексные решения, обеспечивающие устойчивый приток «зеленых» инвестиций в регионы с учетом их региональной структуры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Каранина Е.В., Караулов В.М., Картавы К.Е. Концептуальный подход к диагностике эколого-экономической безопасности региона // Теоретическая и

- прикладная экология. 2022. N 4. С. 214–223. <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2022-4-214-223>
2. Гаджиев Н.Г., Коноваленко С.А., Трофимов М.Н., Гаджиев А.Н. Роль и значение экологической безопасности в системе обеспечения экономической безопасности государства // Юг России: экология, развитие. 2021. Т. 16. N 3. С. 200–214. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2021-3-200-214>
3. Резолюция, принятая Генеральной Ассамблеей 25 сентября 2015 года. Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. URL: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/about/development-agenda/> (дата обращения: 15.01.2025)
4. Дружинин П.В., Шкиперова Г.Т., Поташева О.В. Особенности развития российских регионов и экологическая кривая Кузнецова // Региональная экономика. Юг России. 2020. Т. 8. N 1. С. 155–167. <https://doi.org/10.15688/re.volsu.2020.1.14>
5. Гаджиев Н.Г., Коноваленко С.А., Трофимов М.Н., Рожкова Н.В., Сайпуллаев А.М. Современный зеленый курс России: проблемы и перспективы реализации // Юг России: экология, развитие. 2022. Т. 17. N 3. С. 197–207. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2022-3-197-207>
6. Идиев Г.И., Ахмедова Л.Ш., Бекшокова П.А., Атаев З.В. Новая региональная промышленная политика и проблемы экологии // Юг России: экология, развитие. 2023. Т. 18. N 3. С. 161–169. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2023-3-161-169>
7. Гаджиев Н.Г., Мурзак Н.А., Митенкова А.Е., Скрипкина О.В., Коноваленко С.А. Проблемы развития циркулярной экономики как фактора устойчивого развития России // Юг России: экология, развитие. 2020. Т. 15. N 3. С. 155–164. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2020-3-155-164>
8. Горбунова О.И., Каницкая Л.В. Развитие методов оценки эко-эффективности как основное требование реализации принципов «зеленой экономики» // Вопросы инновационной экономики. 2019. Т. 9. N 2. С. 419–434. <https://doi.org/10.18334/vinec.9.2.40609>
9. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2022 году. Государственный доклад. М.: Минприроды России; МГУ имени М.В. Ломоносова, 2023. 686 с.
10. Аникина И. Д., Аникин А.А. Оценка эффекта декарбонизации на примере регионов ЮФО // Региональная экономика. Юг России. 2019. Т. 7. N 4. С. 138–147.
11. Караулова Л.В., Караулов В.М. Статистический анализ влияния экономического развития на окружающую среду и состояния социальной сферы в регионах ПФО // Экономика и управление: проблемы, решения. 2023. N 12. Т. 3. С. 59–69. <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2023.12.03.007>
12. Караулов В.М., Караулова Л.В., Пугач В.Н., Каранина Е.В. Экологическая эффективность экономики как основа устойчивого развития региона // Теоретическая и прикладная экология. 2024. N 4. С. 211–224. <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2024-4-211-224>
13. Tapio P. 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. 2005. V. 12. P. 137–151.

REFERENCES

1. Karanina E.V., Karaulov V.M., Kartavykh K.E. Conceptual approach to diagnosing the ecological and economic security of the region. *Theoretical and Applied Ecology*, 2022, no. 4, pp. 214–223 (In Russian). <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2022-4-214-223>
2. Gadzhiev N.G., Konovalenko S.A., Trofimov M.N., Gadzhiev A.N. The role and significance of environmental safety in the system of ensuring the state's economic security. *South of*

- Russia: ecology, development*, 2021, vol. 16, no. 3, pp. 200–214. (In Russian)
<https://doi.org/10.18470/1992-1098-2021-3-200-214>
3. Rezolyutsiya, prinyataya General'noi Assambleei 25 sentyabrya 2015 goda. *Preobrazovanie nashego mira: Povestka dnya v oblasti ustoichivogo razvitiya na period do 2030 goda* [Resolution adopted by the UNO General Assembly on 25 September 2015. The transformation of our world: the agenda for sustainable development for the period up to 2030]. Available at:
<http://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/about/development-agenda> (In Russian) (accessed 15.01.2025)
4. Druzhinin P.V., Shkiperova G.T., Potasheva O.V. Development Specificity of Russian Regions and the Environmental Kuznets Curve. *Regional Economy. South of Russia*, 2020, vol. 8, no. 1, pp. 155–167. (In Russian).
<https://doi.org/10.15688/re.volsu.2020.1.14>
5. Gadzhiev N.G., Konovalenko S.A., Trofimov M.N., Rozhkova N.V., Saipullaev A.M. The modern green course of Russia: problems and prospects of implementation. *South of Russia: ecology, development*, 2022, vol. 17, no. 3, pp. 197–207. (In Russian) <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2022-3-197-207>
6. Idziev G.I., Akhmedova L.Sh., Bekshokova P.A., Ataev Z.V. New regional industrial policy and environmental problems. *South of Russia: ecology, development*, 2023, vol. 18, no. 3, pp. 161–169. (In Russian).
<https://doi.org/10.18470/1992-1098-2023-3-161-169>
7. Gadzhiev N.G., Murzak N.A., Mitenkova A.E., Skripkina O.V., Konovalenko S.A. Problems of development of the circular economy as a factor in Russia's sustainable development. *South of Russia: ecology, development*, 2020, vol. 15, no. 3, pp. 155–164. (In Russian)
<https://doi.org/10.18470/1992-1098-2020-3-155-164>
8. Gorbunova O.I., Kanitskaya L.V. Development of methods for assessing eco-efficiency as the main requirement for the implementation of the principles of the “green economy”. *Issues of innovative economics*, 2019, vol. 9, no. 2, pp. 419–434 (In Russian). <https://doi.org/10.18334/vinec.9.2.40609>
9. O sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchei sredy Rossiiskoi Federatsii v 2022 godu. *Gosudarstvennyi doklad* [On the state and protection of the environment of the Russian Federation in 2022. State report]. Moscow, Ministry of Natural Resources and Environment of Russia; Moscow State University Publ., 2023, 686 p. (In Russian)
10. Anikina I.D., Anikin A.A. Evaluation of the decoupling effect on the example of the regions of the Southern Federal District. *Regionalnaya ekonomika. Yug Rossii* [Regional Economy. South of Russia]. 2019, vol. 7, no. 4, pp. 138–147. (In Russian)
11. Karaulova L.V., Karaulov V.M. Statistical analysis of the impact of economic development on the environment and the state of the social sphere in the regions of the Volga Federal District. *Economy and management: problems, solutions*, 2023, no. 12, vol. 3, pp. 59–69. (In Russian).
<https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2023.12.03.007>
12. Karaulov V.M., Karaulova L.V., Pugach V.N., Karanina E.V. Eco-efficiency as the basis for sustainability development of the region. *Theoretical and Applied Ecology*, 2024, no. 4, pp. 211–224. (In Russian). <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2024-4-211-224>
13. Tapio P. 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*. 2005, vol. 12, pp. 137–151.

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Василий М. Караулов подготовил аналитический обзор, обосновал и оценил индикаторы экологической эффективности на основе открытых данных по субъектам РФ за период 2010–2022 гг., экономико-математических и статистических методов. Елена В. Каранина определила структурные параметры исследования, представила обзор теоретических концепций, определила критерии выбора данных для формирования параметров эколого-экономического развития и их диагностики в разрезе регионов РФ. Назирхан Г. Гаджиев подготовил и обобщил информацию для исследования, проанализировал некоторые проблемы экологической эффективности развития субъектов РФ, подготовил выводы. Все авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата или других неэтических проблем.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Vasily M. Karaulov undertook analytical review and assessment of environmental efficiency indicators based on open data on the constituent entities of the Russian Federation for the period 2010–2022 using economic, mathematical and statistical methods. Elena V. Karanina defined structural parameters of the study, review of theoretical concepts, definition of criteria for selecting data for the formation of parameters of ecological and economic development and their diagnostics in the context of regions of the Russian Federation. Nazirkhan G. Gadzhiev prepared and summarised information for the study, undertook analysis of some problems of environmental efficiency of development of the subjects of the Russian Federation and preparation of conclusions. All authors are equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism, self-plagiarism and other ethical transgressions.

NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

ORCID

Василий М. Караулов / Vasily M. Karaulov <https://orcid.org/0000-0002-9599-3740>

Елена В. Каранина / Elena V. Karanina <https://orcid.org/0000-0002-5439-5912>

Назирхан Г. Гаджиев / Nazirkhan G. Gadzhiev <https://orcid.org/0000-0002-6321-3543>