Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences
2021 14(7): 1047–1062

DOI: 10.17516/1997–1370–0784
УДК 504.03

# Socio-Ecological Inequality in the Russian Federation and Problems of its Measurement

**Irina P. Glazyrina* and Irina A. Zabelina**
*Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS*
*Chita, Russian Federation*

Received 31.05.2021, received in revised form 14.06.2021, accepted 01.07.2021

**Abstract.** The article discusses some approaches and specific ecological and economic indicators that, in the authors' opinion, have been used more than others in decision-making procedures, in public discourse, and in analysis in connection with the problems of spatial development, including scientific analysis. They are also used for comparative spatial analysis of socio-economic inequality. These include eco-intensity and decoupling coefficients, indicators of per capita environmental pressure and socio-ecological and economic well-being based on the expanded A. Sen's function calculated by region. It is also shown that the calculation of eco-intensity and decoupling without taking into account the accumulation of pollutants can cause a certain limitation of the potential of these indicators in the context of long-term consequences. The conclusion is justified that these tools for measuring socio-ecological inequality cannot be considered as interchangeable, and it is unlikely that «some are better than others». These indicators provide answers to various questions, and characterize the heterogeneity of socio-ecological conditions in the regions of Russia in different aspects. It seems more reasonable to use this tool as a whole, and apply its individual components depending on the specific tasks related to the spatial development of Russia.

**Keywords**: economic development, region, negative impact on the environment, decoupling effect, eco-intensity, well-being.

The work was carried out within the framework of the state assignment of the INREC SB RAS on the topic «Mechanisms for ensuring economic stability and environmental security in the new model of development of the eastern regions of the Russian Federation in the context of cross-border relations and global challenges of the 21st century» (project No. 121032200126–6). The study of the socio-ecological and economic well-being of Russian regions was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research (project No. 19–010–00434).

Research area: economics.

© Siberian Federal University. All rights reserved
* Corresponding author E-mail address: iglazyrina@bk.ru
ORCID: 0000-0001-6774-9284 (Glazyrina); 0000-0003-4464-2593 (Zabelina)

Citation: Glazyrina I.P., Zabelina I.A. (2021). Socio-ecological inequality in the Russian Federation and problems of its measurement. J. Sib. Fed. Univ. Humanit. Soc. Sci., 14(7), 1047–1062. DOI: 10.17516/1997–1370–0784.

# Социально-экологическое неравенство в Российской Федерации и проблемы его измерения

**И.П. Глазырина, И.А. Забелина**
*Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН*
*Российская Федерация, Чита*

**Аннотация.** В статье обсуждаются некоторые подходы и конкретные эколого-экономические показатели, которые, на взгляд авторов, в большей степени, чем другие, стали использоваться в процедурах принятия решений, в общественном дискурсе и в анализе в связи с задачами пространственного развития, в том числе научном. Они применяются также для сравнительного пространственного анализа социально-экономического неравенства. К ним относятся коэффициенты эко-интенсивности и декаплинга, индикаторы подушевой экологической нагрузки и социо-эколого-экономического благополучия на основе расширенной функции А. Сена, рассчитанные в разрезе регионов. Показано также, что расчет эко-интенсивности и декаплинга без учета накопления загрязняющих веществ может стать причиной определенной ограниченности потенциала этих индикаторов в контексте долгосрочных последствий. Обоснован вывод о том, что приведенные инструменты измерения социально-экологического неравенства нельзя рассматривать как взаимозаменяемые и вряд ли можно утверждать, что «одни лучше других». Эти показатели дают ответы на разные вопросы и характеризуют неоднородность социально-экологических условий в регионах России в разных аспектах. Более конструктивным представляется использовать этот инструментарий целиком и применять его отдельные компоненты в зависимости от конкретных задач, связанных с пространственным развитием России.

**Ключевые слова:** экономическое развитие, регион, негативное воздействие на окружающую среду, эффект декаплинга, эко-интенсивность, благополучие.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИПРЭК СО РАН по теме «Механизмы обеспечения экономической устойчивости и экологической безопасности в новой модели развития регионов востока РФ в условиях трансграничных отношений и глобальных вызовов 21 в.» (проект № 121032200126–6). Исследование благополучия российских регионов выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект № 19–010–00434 А).

Научная специальность: 08.00.05 – экономика и управление народным хозяйством.

**Введение**

Количественные измерения экологических негативных последствий, связанных с экономическим развитием, – задача далеко не новая. На протяжении последних десятилетий на эту тему было проведено много исследований и публиковано большое количество статей. Были разработаны различ-

ные индикаторы, позволяющие сопоставить достигнутый уровень развития и связанное с ним негативное воздействие на окружающую среду и истощение природных ресурсов: «индекс устойчивого экономического благосостояния» (Armiento, 2018; Castaneda, 1999; Clarke, Islam, 2005; etc.), «истинные сбережения» (Lindmark et al., 2018; Syrtsova et al., 2016), «экологически скорректированный индекс человеческого развития» (Mkrtchyan et al., 2019; Ryumina, 2016), «индекс развития человеческого потенциала» и «индекс скорректированных чистых накоплений» (Bobylev et al., 2018; Pyzheva et al, 2021), «эко-интенсивность» (ЭИ) (De Haan, 2004; Glazyrina, Potravnyi et al., 2005; Zabelina, Deluga, 2019; etc.). Их анализ показывает большое разнообразие подходов, различие методик и их чувствительности к происходящим процессам, а также их возможностей для учета многообразия и специфики российских регионов. По-видимому, одной из первых работ, сыгравших важную роль в разработке методологии сравнительного эколого-экономического анализа для регионов России, стала статья (Ryumina, Anikina, 2006). В данной статье мы обсуждаем некоторые подходы и конкретные показатели, которые, на наш взгляд, в большей степени, чем другие, стали использоваться в процедурах принятия решений, в общественном дискурсе и в анализе в связи с задачами пространственного развития, в том числе научном. Они используются и для сравнительного пространственного анализа социально-экономического неравенства, и наша цель – представить их потенциал именно в этом контексте.

**Методы**

*В настоящем исследовании* использованы различные подходы к количественной оценке качества экономического роста.

***Эко-интенсивность***

ЭИ определяет степень негативного воздействия на окружающую среду в расчете на единицу экономического результата и может быть рассчитана по формуле (Glazyrina, Potravnyi et al., 2005)

$$E_i^j = \frac{P_j}{Y_i}, \quad (1)$$

где $E_i^j$ – ЭИ определенного вида негативного воздействия в *i*-м регионе; – соответствующая экологическая нагрузка в *i*-м регионе; – экономический результат, созданный в *i*-м регионе.

При оценке ЭИ были рассмотрены следующие виды экологической нагрузки: объем сбросов загрязненных сточных вод и выбросов в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных источников. В качестве показателей, характеризующих уровень экономического развития и благосостояние населения регионов, выбраны: валовой региональный продукт (ВРП), фонд заработной платы (ФЗП) и объем собственных доходов региональных бюджетов. Высокие значения ЭИ могут свидетельствовать о том, что для получения единицы экономического результата хозяйственной системе региона требуется производить повышенное количество загрязняющих веществ. Рост показателя за анализируемый временной интервал рассматривается как негативная тенденция и признак либо отсутствия, либо недостаточной эффективности экологической модернизации, поскольку на каждую единицу экономического результата в текущем периоде приходится больший по сравнению с базовым периодом объем загрязнений.

***Эффект декаплинга***

Для выявления рассогласования темпов экономического роста и загрязнения окружающей среды используется коэффициент декаплинга, который рассчитывается по формуле (Nagvi, Zwickl, 2017)

$$D_t = 1 - \frac{E_t/Y_t}{E_0/Y_0} \quad (2)$$

где $E_0$ и $E_t$ – показатели, характеризующие негативное воздействие на окружающую среду в базовом и текущем периодах; $Y_0$ и $Y_t$ показатели, характеризующие экономический результат в базовом и текущем периодах соответственно.

Положительное значение показателя свидетельствует о разделении трендов экономического развития и негативного воздействия на окружающую среду воздействия, т. е. скорость экономического роста превышает темпы загрязнения природных сред. Если значение коэффициента $D_t$ равно нулю или отрицательно, то эффект декаплинга отсутствует.

***Социо-эколого-экономическое благополучие***

Оценка социального благополучия регионов РФ может быть выполнена с использованием мультипликативной модели (Malkina, 2017), построенной на основе расширенной функции благосостояния А. Сена (Sen, 1976). Включение в эту модель экологического компонента позволяет учесть такой важный аспект благосостояния как качество окружающей среды. В табл. 1 представлены компоненты мультипликативной модели с учетом экологического фактора и их краткая характеристика (Zabelina, Parfenova, 2021).

Для регионов РФ были рассчитаны следующие показатели благополучия:

– *S* (на основе базовой модели, т. е. без учета экологического компонента *E*) за период с 2008 по 2019 г.;

– *SE* (*E* определяется как среднее арифметическое частных экологических индексов, учитывающих состояние атмос-

Таблица 1. Компоненты мультипликативной модели, основанной на расширенной функции А. Сена

Table 1. Factors of the multiplicative model, based on the A. Sen extended function

| Компонент модели | Обозначение компонента в формуле | Краткая характеристика |
|---|---|---|
| Среднедушевой ВРП в регионе, руб/чел. | $\frac{Y}{N}$ | ВРП в расчете на душу населения |
| Доля доходов населения в ВРП в регионе | $\frac{D}{Y}$ | Рассчитывается как отношение денежных доходов населения к ВРП |
| Индекс, обратный стоимости жизни в регионе | $\frac{\overline{CI}}{\overline{CI}}$ | Рассчитывается как отношение стоимости фиксированного набора потребительских товаров и услуг (СФНТиУ) в стране к стоимости данного набора в регионе |
| Показатель, учитывающий дифференциацию доходов в регионе | (*1-G*) | Рассчитывается как *1-G*, где *G* – внутрирегиональный коэффициент Джини для номинальных доходов населения |
| Интегральный экологический индекс, характеризующий качество окружающей среды в регионе | $E = \frac{\sum_1^n P_i}{n}$ | Определяется как среднее арифметическое нормированных частных экологических индексов, которые рассчитываются на основе следующих показателей: удельный вес исследованных проб воздуха с превышением предельно допустимых концентраций ($P_1$); удельный вес исследованных проб воды, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим и микробиологическим показателям ($P_2$, $P_3$); удельный вес исследованных проб почвы селитебных территорий, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим, микробиологическим и паразитарным показателям ($P_4$-$P_6$).<br>*E* изменяется в диапазоне от 0 до 1: чем выше его значение, тем благополучнее состояние окружающей среды в регионе |

ферного воздуха и водных объектов) за период с 2008 по 2019 г.;

– $SE_s$ ($E$ определяется как среднее арифметическое частных экологических индексов, учитывающих состояние воздуха, водных объектов и почв) за 2012, 2015–2019 гг.

Все используемые в исследовании стоимостные показатели были приведены к сопоставимым ценам 2008 г.[1] При оценке ЭИ и эффекта декаплинга также была учтена разница цен в регионах: ВРП базового года был скорректирован с использованием коэффициента, представляющего собой отношение среднего арифметического СФНТиУ по стране на конец 2007 и 2008 гг. к аналогичному среднеарифметическому в регионе (Mel'nikov, 2005).

**Результаты и обсуждение**

***Подушевая экологическая нагрузка***

Экологическая нагрузка в расчете на душу населения распределена по регионам крайне неравномерно, это объясняется различным уровнем развития региональных хозяйственных систем, их отраслевой структурой и характером энергообеспечения. На рис. 1 представлено пространственное распределение среднедушевых показателей негативного воздействия на окружающую среду и их изменение. Исторически сложившаяся сырьевая специализация многих природно-ресурсных регионов Сибири и Дальнего Востока обусловливает высокий уровень негативного воздействия на природные среды. Это особенно заметно в отношении загрязнения окружающей среды отходами производства и потребления, основным источником поступления которых являются предприятия горнодобывающей промышленности. Например, в Забайкальском крае 99 % от общего объема отходов приходится на горнодобывающие предприятия[2]. Первое место по величине образования отходов производства и потребления в расчете на душу населения среди регионов РФ занимает Кемеровская область, превосходя среднероссийский показатель почти в 27 раз (рис. 1а).

По объему выбросов загрязняющих атмосферу веществ от стационарных источников наихудшие позиции традиционно занимают нефтегазовые территории: Ханты-Мансийский, Ямало-Ненецкий и Ненецкий АО (рис. 1б). Среди регионов Сибири по данному виду негативного воздействия особенно выделяется Красноярский край (в 2019 г. на одного жителя приходилось 847 кг загрязняющих атмосферу веществ), на территории которого расположено крупнейшее предприятие цветной металлургии – ГМК «Норильский Никель», который является лидером по объему выбросов серы не только в РФ, но и во всем мире (Pyzheva et al., 2019).

Пространственный анализ изменения среднедушевой экологической нагрузки показал, что многие субъекты РФ характеризовались снижением антропогенного воздействия на атмосферу: в период с 2008 по 2019 г. в 45 российских регионах уменьшились среднедушевые выбросы. Приграничные регионы Востока РФ имели разнонаправленные тенденции в отношении данного вида экологической нагрузки. Так, в Амурской области, Хабаровском крае подушевой объем эмиссий загрязняющих веществ увеличился за рассматриваемый период. Наибольшее влияние на динамику этого показателя в Амурской области оказали предприятия электроэнергетической отрасли, вклад которой в общий объем эмиссий загрязняющих веществ за последние несколько лет заметно вырос: с 54 до 75 % в 2005 и 2019 гг. соответственно.

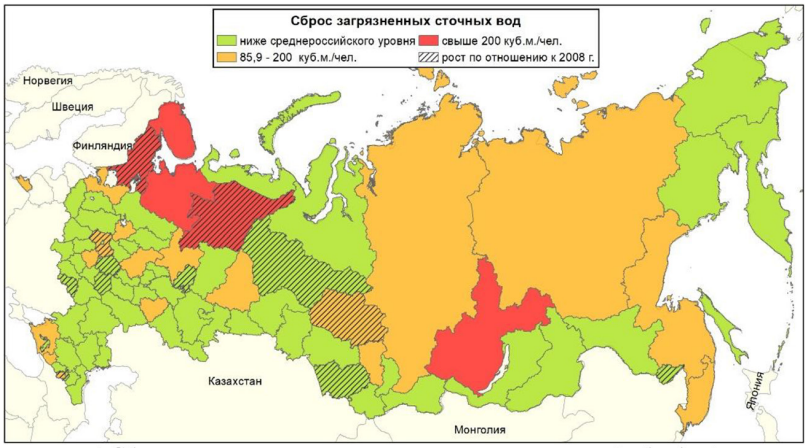
Другой экологической проблемой является загрязнение почвы и водоемов сточными водами. Наиболее сложная ситуация в отношении данного вида экологической нагрузки наблюдается в отдельных регионах Северо-Западного федерального округа (Республики Коми и Карелия, Мурманская и Архангельская области) (рис. 1в). В этих

[1] ВРП был скорректирован с использованием индекса физического объема ВРП, а остальные показатели – с помощью индекса потребительских цен.

[2] Доклад об экологической ситуации в Забайкальском крае в 2018 г. URL: https://олд-минприр.забайкальскийкрай.рф/u/xn – h1aakfkgb/files/Доклад%20об%20экологической%20ситуации_2018.zip (дата обращения: 27.05.2021).

а) Образование отходов производства и потребления на душу населения (т/чел)
Production and consumption waste generation (tons per capita)

б) Выбросы загрязняющих атмосферу веществ от стационарных источников на душу населения (кг/чел)
Air pollutant emission from stationary sources (kg per capita)




в) Сброс загрязненных сточных вод на душу населения (куб. м/чел)
Discharge of polluted wastewater (cubic meters per capita)

Рис. 1. Пространственное распределение показателей экологической нагрузки в 2019 г.
Fig. 1. Spatial distribution of environmental pressure indicators, 2019

регионах объем сброса загрязненных сточных вод в расчете на одного жителя существенно (в 2,5–4,1 раза) превосходит среднероссийский показатель (85,9 куб. м на душу населения). Тенденция снижения объема сброса загрязненных сточных вод, наблюдаемая на национальном уровне, также отмечается и в большинстве российских регионов (69 из 83).

Показатели подушевой экологической нагрузки можно считать в некотором смысле интегральными: они являются количественными характеристиками тех негативных последствий, которые связаны с проживанием и экономической деятельностью в регионе в расчете на одного человека. Они удобны для межрегиональных сравнений региональных социо-эколого-экономических систем, но их трудно использовать в процедурах принятия тех решений, для которых важно выявить причинно-следственные связи.

*Эко-интенсивность*

В последние годы в РФ отмечается тенденция снижения как общей экологической нагрузки (валовых сбросов и выбросов загрязняющих веществ), так и ЭИ (табл. 2). Однако, несмотря на наблюдающееся снижение уровня негативного воздействия, в окружающей среде происходит накопление загрязняющих веществ, воздействие которых она не успевает нейтрализовать (Glazyrina et al.; 2006; Mkrtchyan et al., 2017).

В 2019 г. почти в половине российских регионов ЭИ выбросов загрязняющих веществ была ниже среднероссийского уровня (0,44 кг/тыс. руб. ВРП). Среди наименее благополучных территорий, в которых на каждую тысячу ВРП выбрасывается более 1 кг загрязняющих веществ, оказались некоторые промышленные регионы Урала, Сибири и Дальнего Востока. В европейской части страны выделяются Ненецкий АО, Республики Карелия и Коми, Мурманская и Вологодская области. Наибольший рост удельных выбросов загрязняющих веществ отмечался в трех регионах: Краснодарском крае (ЭИ выросла на 140 %), Псковской области (на 100 %) и Тюменской области (на 84 %).

Использование в оценках ЭИ других показателей, характеризующих экономи-

Таблица 2. Показатели экологической нагрузки и ЭИ в РФ и их изменение
Table 2. Indicators of environmental pressure and eco-intensity and their changes, Russian Federation

| Показатель | Ед. изм. | 2008 | 2012 | 2019 | Изменение в 2008–2019 гг.,% |
|---|---|---|---|---|---|
| Экологическая нагрузка | | | | | |
| Общий объем выбросов в атмосферу | тыс. т | 20103 | 19630 | 17295 | -14,0 |
| Выбросы твердых веществ | | 2704 | 2249 | 1611 | -40,4 |
| Выбросы диоксида серы | | 4534 | 4341 | 3677 | -18,9 |
| Выбросы оксидов азота | | 1817 | 1938 | 1799 | -0,97 |
| Выбросы оксида углерода | | 6092 | 6002 | 4835 | -20,6 |
| Сброс загрязненных сточных вод | млн $м^3$ | 17119 | 15678 | 12602 | -26,4 |
| ЭИ | | | | | |
| Общий объем выбросов в атмосферу | кг / тыс. руб. ВРП | 0,59 | 0,55 | 0,44 | -25,4 |
| Выбросы твердых веществ | | 0,08 | 0,06 | 0,04 | -48,3 |
| Выбросы диоксида серы | | 0,13 | 0,12 | 0,09 | -29,7 |
| Выбросы оксидов азота | | 0,05 | 0,05 | 0,05 | -14,2 |
| Выбросы оксида углерода | | 0,18 | 0,17 | 0,12 | -31,2 |
| Сброс загрязненных сточных вод | $м^3$ / тыс. руб. ВРП | 0,50 | 0,44 | 0,32 | -36,2 |

ческий результат, несколько меняет полученную картину. Заметно увеличилось число территорий с ростом эмиссий загрязняющих веществ в расчете на 1000 руб. собственных доходов региональных бюджетов и ФЗП: 28 и 31 регион соответственно (табл. 3).

Состав групп с наилучшими показателями качества экономического роста существенно не меняется. Города Москва и Санкт-Петербург, Кабардино-Балкарская Республика и Московская область имеют наилучшие показатели ЭИ выбросов загрязняющих веществ. Республика Алтай,

Таблица 3. ЭИ выбросов загрязняющих атмосферу веществ от стационарных источников и сбросов загрязненных сточных вод (на 1000 руб. экономического результата)

Table 3. Eco-intensity of air pollutant emissions from stationary sources and discharges of polluted wastewater (per 1000 rubles of economic result)

| | Экономический результат | | |
|---|---|---|---|
| | ВРП | налоги, сборы и иные обязательные платежи в консолидированный бюджет субъектов РФ | ФЗП |
| ЭИ выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников | | | |
| Регионы с наилучшими показателями | 0,01–0,09 кг<br>г. Москва;<br>Республика Дагестан;<br>Кабардино-Балкарская Республика;<br>г. Санкт-Петербург;<br>Московская обл. | 0,07–0,79 кг<br>г. Москва;<br>г. Санкт-Петербург;<br>Кабардино-Балкарская Республика;<br>Московская обл.;<br>Республика Адыгея | 0,02–0,21 кг<br>г. Москва;<br>г. Санкт-Петербург;<br>Кабардино-Балкарская Республика;<br>Республика Дагестан;<br>Московская обл. |
| Регионы с наихудшими показателями | 1,37–2,85 кг<br>Мурманская обл.;<br>Магаданская обл.;<br>Республика Коми;<br>Красноярский край;<br>Кемеровская обл. | 10,41–25,72 кг<br>Оренбургская обл.;<br>Вологодская обл.;<br>Липецкая обл.;<br>Красноярский край;<br>Кемеровская обл. | 3,97–8,61 кг<br>Ненецкий АО;<br>Республика Коми;<br>Вологодская обл.;<br>Красноярский край;<br>Кемеровская обл. |
| Число регионов с ростом ЭИ | 23 | 28 | 31 |
| ЭИ сбросов загрязненных сточных вод | | | |
| Регионы с наилучшими показателями | 0,002–0,04 м$^3$<br>Ненецкий АО;<br>Республика Алтай;<br>Республика Мордовия;<br>Ямало-Ненецкий АО;<br>Курская обл. | 0,01–0,38 м$^3$<br>Ненецкий АО;<br>Республика Алтай;<br>Ямало-Ненецкий АО;<br>Чукотский АО;<br>Сахалинская обл. | 0,01–0,14 м$^3$<br>Ненецкий АО;<br>Республика Алтай;<br>Ямало-Ненецкий АО;<br>Магаданская область;<br>Чукотский АО |
| Регионы с наихудшими показателями | 1,14–1,95 м$^3$<br>Республика Коми;<br>Республика Северная Осетия-Алания;<br>Архангельская обл.;<br>Мурманская обл.<br>Республика Карелия | 7,98–16,06 м$^3$<br>Томская обл.;<br>Архангельская обл.;<br>Карачаево-Черкесская Республика;<br>Республика Северная Осетия-Алания;<br>Республика Карелия | 2,82–4,47 м$^3$<br>Республика Коми;<br>Архангельская обл.<br>Карачаево-Черкесская Республика;<br>Республика Северная Осетия-Алания;<br>Республика Карелия |
| Число регионов с ростом ЭИ | 11 | 11 | 12 |

Ненецкий и Ямало-Ненецкий АО устойчиво входят в группу с наиболее низкими сбросами загрязненных сточных вод в расчете на единицу экономического результата. Самая тревожная ситуация с загрязнением окружающей среды сточными водами отмечалась в Архангельской области, Республиках Северная Осетия-Алания и Карелия, которые стабильно находились в группе наименее благополучных. Отдельно стоит упомянуть Красноярский край и Кемеровскую область, которые устойчиво занимают лидирующие позиции в антирейтинге регионов РФ по интенсивности негативного воздействия на атмосферу.

*Коэффициент декаплинга*

Анализ трендов эколого-экономического развития российской экономики свидетельствует о том, что за период с 2008 по 2019 г. суммарный ВРП в сопоставимых ценах 2008 г. вырос на 15,4 %. Экономическое развитие сопровождалось снижением отдельных видов экологической нагрузки: объемы выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников и сбросов загрязненных сточных вод сократились на 14 и 26 % соответственно. По данным видам негативного воздействия коэффициент декаплинга преимущественно положителен (рис. 2).

Гораздо хуже складывается ситуация с отходами производства и потребления. Коэффициент декаплинга варьирует в диапазоне от –0,14 (2017–2018 гг.) до 0,02 (2014–2015 гг.). Объем отходов производства и потребления в стране стабильно увеличивается (за исключением 2009 и 2015 гг.). Результаты расчетов, выполненных для регионов РФ, показали также отсутствие эффекта декаплинга в большинстве из них.

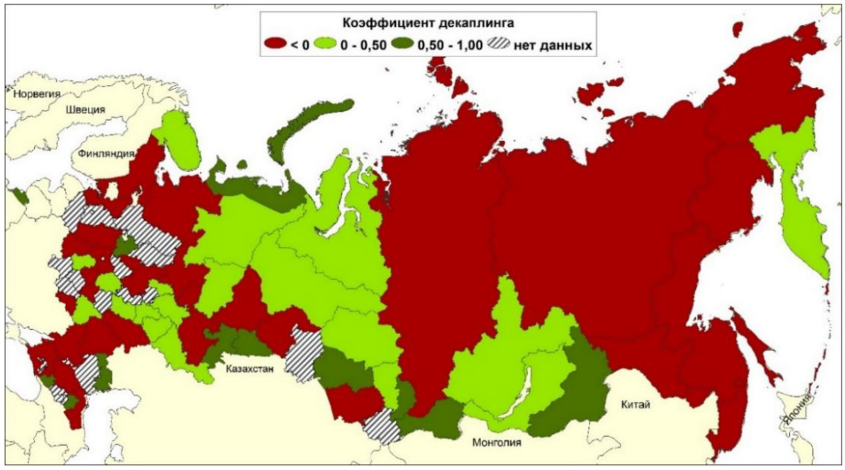
По выбросам загрязняющих атмосферу веществ от стационарных источников в отдельных регионах, расположенных преимущественно в Центральном, Северо-Западном, Северо-Кавказском и Южном федеральных округах, эффект декаплинга отсутствует (рис. 3а).

Отрасли экономики оказывают разное по степени негативное воздействие на окружающую среду. В число ключевых загрязнителей входят предприятия добывающего сектора и электроэнергетической отрасли. Согласно результатам расчетов почти в половине регионов (32 из 66) рассогласования темпов развития добывающей отрасли и загрязнения атмосферного воздуха не отмечалось (рис. 3б). Наименее благополучная

Рис. 2. Динамика коэффициента декаплинга для основных видов негативного воздействия на окружающую среду в РФ, 2009–2019 гг.

Fig. 2. Dynamics of the decoupling coefficient for the main types of environmental pressure in the Russian Federation, 2009–2019

а) Экономика в целом, 2008 и 2019 гг.
Economy as a whole, 2008 and 2019




б) ВЭД «Добыча полезных ископаемых», 2008 и 2016 гг.
Mining and quarrying, 2008 and 2016

Рис. 3. Коэффициент декаплинга для российских регионов:
выбросы загрязняющих атмосферу веществ от стационарных источников*

Fig. 3. The decoupling coefficient for Russian regions:
air pollutant emissions from stationary sources

*Данные, характеризующие негативное воздействие базовых отраслей экономики в региональном разрезе, доступны только до 2016 г.

ситуация наблюдается в Ленинградской области, в которой объем выбросов от ВЭД «Добыча полезных ископаемых» вырос в 6,2 раза по отношению к базовому году ($D_t$ = –6,3).

*Оценка благополучия российских регионов*

Результаты расчетов показали, что регионы РФ в значительной степени дифференцированы по уровню благополучия. Более половины из них (52 из 83) не дотягивают до среднероссийского показателя, полученного на основе базовой модели (9535 руб/чел. в 2019 г.). В группу наименее благополучных (значение $S$ не превышало 8000 руб/чел.) вошли 18 регионов, среди которых оказались и некоторые приграничные территории Востока России: Забай-

кальский край, Еврейская АО и Республика Бурятия. Наиболее благополучными согласно базовой мультипликативной функции были регионы, специализирующиеся на добыче полезных ископаемых: Ханты-Мансийский и Ненецкий АО, Чукотский АО и Сахалинская область.

Рассмотренные выше показатели экологической нагрузки, несомненно, являются важными характеристиками развития территориальных социо-эколого-экономических систем. Однако Е. В. Рюмина справедливо отмечает, что традиционно используемые для характеристики состояния окружающей среды выбросы загрязняющих веществ и сбросы в водные объекты неоднозначно определяют реальные экологические условия жизни, так как не учитывают некоторые формирующие это состояние факторы (например, фоновые концентрации загрязняющих веществ и климатические условия). В работах (Ryumina, 2014; Ryumina, 2016) состояние природных сред как экологические условия жизни населения предлагается характеризовать показателем доли неудовлетворительных проб воздуха и воды в общем числе исследованных проб. В нашем исследовании мы также включили в анализ показатель, учитывающий состояние почв селитебных территорий.

Результаты расчетов экологически скорректированного уровня благополучия показали, что влияние экологического фактора весьма существенно: максимальная разница между показателями $S$ и $SE$ в 2019 г. достигала 67 %, а между $S$ и $SE_s$ – 43 %. На рис. 4 представлены оцененные на основе базовой функции и модели с учетом экологических условий показатели благополучия по субъектам РФ, характеризующимся наиболее и наименее существенной разницей между изучаемыми характеристиками.

*Проблема накопления загрязняющих веществ*

Все рассмотренные показатели не учитывают один важный аспект негативного антропогенного воздействия – накопление загрязняющих веществ в окружающей среде. Долгоживущие загрязнители продолжа-

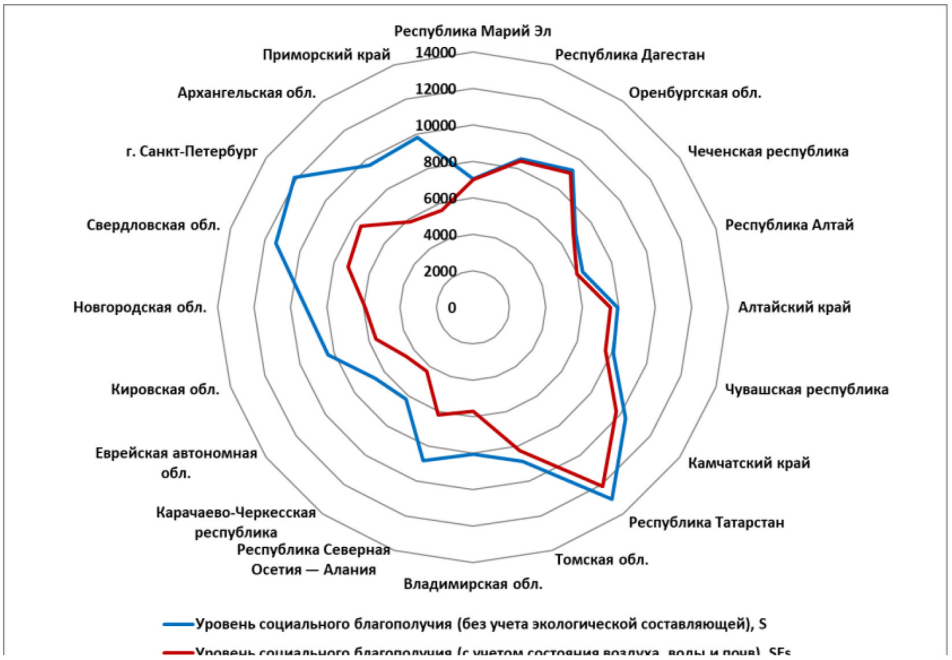



Рис. 4. Сравнение показателей S и SEs, 2019 г.
Fig. 4. Comparison of S and SEs indicators, 2019

ют оказывать вредное воздействие в течение значительного периода после момента их эмиссии. Более того, их постепенное накопление усиливает негативное воздействие. Для того чтобы продемонстрировать, насколько существенным может оказаться этот эффект, мы использовали математическую модель из работы (Glazyrina et al, 2006)[3]. Она позволяет учесть накопление загрязняющих веществ в зависимости от скорости ассимиляции загрязнителя в природной среде и от срока жизни производственного проекта, сопровождающегося его эмиссией.

Для простоты предположим, что проект предусматривает постоянный объем производства продукции в течение всего срока реализации, с постоянной добавленной стоимостью в расчете на единицу продукции. Предположим также, что с каждой единицей продукции выбрасываются загрязняющие субстанции и эти выбросы постоянны в течение жизни проекта. Итак, пусть:

$N$ – срок реализации проекта;

$r$ – ставка дисконтирования;

$\delta$ – доля загрязнений, которые разлагаются в течении года;

$L$ – годовой объем добавленной стоимости.

В работе (Glazyrina et al, 2006) показано, что объем загрязнений, накапливающихся за $N$ лет, рассчитывается по формуле

$$Z(N) = e\sum_{t=1}^{N}\frac{1-(1-\delta)^t}{\delta}. \quad (3)$$

Современная оценка добавленной стоимости за $N$ лет рассчитывается по формуле

$$Y(N) = \sum_{t=1}^{n}\frac{1}{(1+r)^t}L. \quad (4)$$

Можно рассчитать показатель негативного воздействия в расчете на единицу произведенной продукции за весь срок жизни проекта:

$$\bar{E}(N) = \frac{Z(N)}{Y(N)} = \frac{e}{\delta \mathrm{L}}\frac{\sum_{t=1}^{N}[1-(1-\delta)^t]}{\sum_{t=1}^{N}\frac{1}{(1+r)^t}}. \quad (5)$$

Будем называть $\bar{E}(N)$ *показателем ЭИ с учетом накопления загрязнений*. Мы может рассматривать эту величину как «экологическую цену», которое платит общество за то, что производит и потребляет материальные блага, производство которых наносит ущерб среде его обитания, в расчете на за единицу продукции для конкретного продукта.

Ясно, что с ростом длительности проекта этот показатель растет при любых параметрах. Для оценки, насколько может быть существенным фактор накопления загрязняющих веществ, были проведены модельные численные расчеты (более подробно они представлены в работе (Glazyrina, Chavkin, 2021). Значение $\delta$=1 соответствует случаю, когда загрязняющее вещество разлагается в течение одного года и накопления загрязнений не происходит. Один из вариантов такого расчета ($L$=1, $e$=1) представлен на рис. 5.

Можно видеть, как с увеличением срока жизни проекта возрастает значимость параметра $\delta$. Если речь идет об относительно быстро разлагающих загрязнителях ($\delta$ = 0,4, то есть разложение происходит за 2,5 года), то при процентной ставке 0,05 на временном горизонте 30 лет примерно в 4,6 раза превышает значение ЭИ без учета загрязнений. Однако для долгоживущих загрязнителей ($\delta$ = 0,1, то есть разложение загрязнителя происходит за 10 лет) это превышение составляет уже 13 раз. Таким образом, накопление загрязняющих веществ в результате экономической деятельности – важный фактор в контексте влияния на эколого-экономический баланс. Однако в настоящее время этот фактор не учитывается ни при оценке антропогенного воздействия, ни в инструментах эколого-экономического регулирования. Препятствием для этого является сложность определения параметра $\delta$ для конкретных загрязнителей, это, как правило, требует серьезных естественнонаучных исследований. Поэтому данную задачу в первую очередь целесообразно поставить для особо опасных долгоживущих загрязнителей.

[3] На русском языке описание модели приведено в (Glazyrina et al, 2004; Glazyrina, Potravnyi et al., 2005).

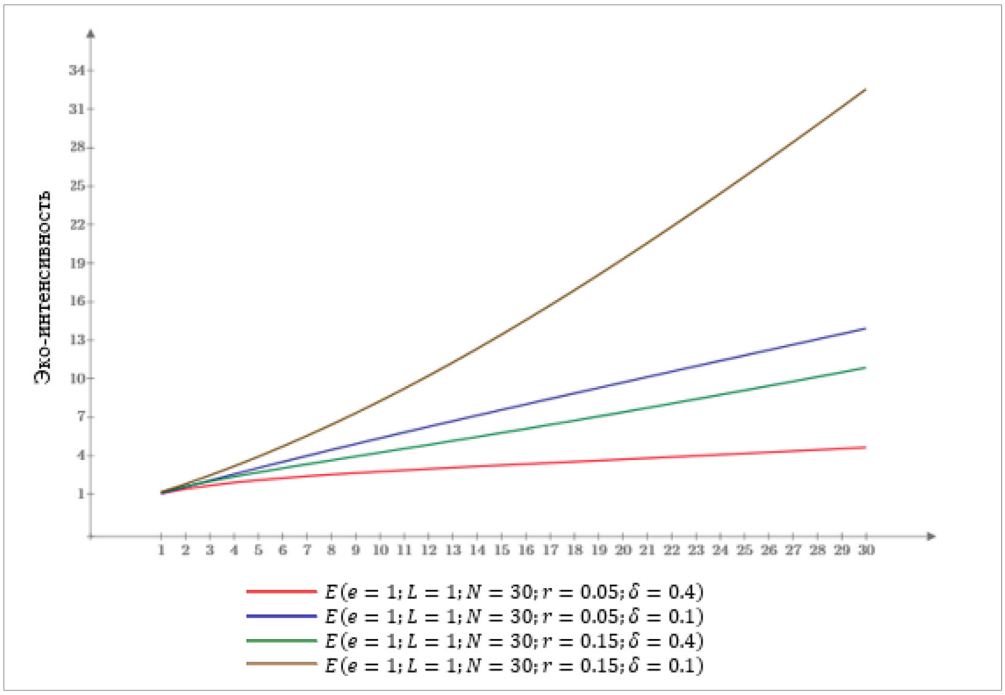



Рис. 5. Динамика показателя ЭИ с учетом накопления загрязнений в зависимости от скорости ассимиляции загрязнителя в окружающей среде и процентной ставки

Fig. 5. Dynamics of the eco-intensity indicator, taking into account the accumulation of pollutants, depending on the rate of pollutant assimilation in the environment and the interest rate

**Заключение**

Все представленные показатели – измерители удельного антропогенного воздействия – могут использоваться и/или используются для оценки социально-экологического неравенства, при этом они характеризуют его в различных аспектах.

Удельные показатели подушевой экологической нагрузки можно рассматривать как количественные характеристики «экологической стоимости существования» (то есть проживания и экономической деятельности) человека в конкретном регионе. Межрегиональные сравнения по этому показателю (см. рис. 1) демонстрируют как их различие, так и динамику изменений для разных регионов России. Это необходимо учитывать при разработке планов пространственного развития. В ближайшие годы такая задача будет актуальна в связи с планами развития арктических территорий.

Индикатор ЭИ можно рассматривать как технологическую характеристику хозяйственной деятельности региона, если в качестве экономического результата принимается произведенный здесь ВРП. Межрегиональные сравнения демонстрируют, какое воздействие на природные среды оказывает производство единицы добавленной стоимости в различных регионах. Если в качестве экономического результата мы рассматриваем поступление налогов региональный бюджет или ФЗП, то этот индикатор показывает нам соотношение между экологической нагрузкой и вкладом экономической деятельности в общественное и индивидуальное благосостояние соответственно. Межрегиональные сравнения раскрывают существенное неравенство по данному социально-экологическому показателю.

Показатели ЭИ и декаплинга тесно связаны между собой. Коэффициент де-

каплинга характеризует динамику ЭИ за рассматриваемый период. Положительное значение коэффициента декаплинга эквивалентно снижению ЭИ, то есть фиксирует некоторый уровень экологической модернизации экономики региона. Сравнительный пространственный анализ по этим показателям позволяет судить о темпах экологической модернизации/демодернизации в разных частях страны. Положительное значение декаплинга, безусловно, демонстрирует позитивные технологические изменения, однако надо иметь в виду, что это не означает, что рост экономики можно считать «зеленым», поскольку он не гарантирует общего снижения экологической нагрузки (Glazyrina, 2020). Расчет ЭИ с учетом накопления загрязняющих веществ демонстрирует определенную ограниченность этих индикаторов в контексте долгосрочных последствий.

Показатель благополучия российских регионов на основе расширенной функции А. Сена занимает в этом ряду особое место. Он характеризует качество жизни в конкретном регионе с учетом экологического состояния и также позволяет проводить межрегиональные сравнения. Методика расчета дает возможность оценить вклад экологической составляющей наряду с другими факторами: экономического развития, уровня неравенства и т. д.

Таким образом, все приведенные инструменты измерения социально-экологического неравенства нельзя рассматривать как взаимозаменяемые, и вряд ли можно утверждать, что «одни лучше других». Эти показатели дают ответы на разные вопросы и характеризуют неоднородность социально-экологических условий в регионах России в разных аспектах. Более конструктивным представляется использовать этот инструментарий целиком и применять его отдельные компоненты в зависимости от конкретных задач, связанных с пространственным развитием России.

**Список литературы**

*Бобылев*, *С.Н.*, *Кудрявцева*, *О.В.*, *Соловьева*, *С.В.*, *Ситкина*, *К.С.* (2018). *Индикаторы экологически устойчивого развития: региональное измерение* // Вестник МГУ. Сер. 6, Экономика, 2, 21–33.

*Глазырина, И.П., Глазырин, В.В., Винниченко, С.В.* (2004). *Проблема качества экономического роста и экологический долг* // *Экономика природопользования*, 3, 21–31.

*Глазырина, И.П.* (2020). *Тернистый путь к «зеленой» экономике ЭКО*, 50 (9), 8–23. DOI: 10.30680/eco0131–7652–2020–9–8–23

*Глазырина, И.П., Потравный*, И.М и др. (2005). *Экологические индикаторы качества роста региональной экономики. Москва*, 306 с.

*Малкина*, *М.Ю.* (2017). *Социальное благополучие регионов Российской Федерации* // Экономика региона, 13 (1), 49–62. DOI: 10.17059/2017–1–5.

*Мельников*, *Р.М.* (2005). *Анализ динамики межрегионального экономического неравенства*: *зарубежные подходы и российская практика* // *Регион: экономика и социология*, 4, 3–18.

*Мкртчян*, Г.М., *Тагаева*, *Т.О., Бокслер*, А.И. (2019). *Индекс человеческого развития в регионах РФ с учетом ситуации в сфере обращения с отходами* // Мир экономики и управления, 19 (3), 41–57. DOI 10.25205/2542–0429–2019–19–3–41–57.

*Мкртчян*, *Г.М.*, *Тагаева*, *Т.О.*, *Цветодуб*, *В.О.* (2017). *Анализ и прогноз экологической нагрузки в России* // *Мир экономики и управления,* 17 (1), 57–69.

*Пыжева*, Ю.И., *Пыжев*, А.И., *Зандер*, Е.В. (2019). *Перспективы решения проблемы загрязнения атмосферного воздуха регионов России* // *Экономический анализ: теория и практика*, 18, 3 (486), 496–513. DOI: 10.24891/ea.18.3.496

*Рюмина*, *Е.В.* (2014). *Экологическая характеристика качества населения* // Экономика региона, 3 (39), 82–90. DOI 10.17059/2014–3–7.

*Рюмина, Е.В.* (2016). *Экологические аспекты оценки качества жизни* // Экономика региона, 12 (4), 1113–1122. DOI: 10.17059/2016–4–13.

*Рюмина, Е.В.*, *Аникина, А.М.* (2006). *Оценка ущерба от загрязнения окружающей среды по регионам России* // Экономика природопользования, 5, 89–96.

*Сырцова, Е.А., Пыжев, А.И., Зандер, Е.В.* (2016). *Истинные сбережения регионов Сибири*: *новые оценки*, *старые проблемы* // *ЭКО*, 6 (504), 109–129.

*Забелина*, *И.А.*, *Делюга*, *А.В.* (2019). *Геоэкологические индикаторы устойчивого развития: пространственный анализ* // *Устойчивое развитие горных территорий*, 11(1), 15–25. DOI: 10.21177/1998–4502–2019–11–1–15–25

*Забелина*, *И.А.*, *Парфенова*, *К.В.* (2021). *Механизмы ускоренного экономического роста регионов Дальнего Востока* // Социум и власть, 1 (87), 60–75. DOI: 10.22394/1996–0522–2021–1–60–75

**References**

Armiento, M. (2018). The Sustainable Welfare Index: Towards a Threshold Effect for Italy, *In Ecological Economics,* 152, 296–309. doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.06.014.

Bobylev, S.N., Kudryavtseva, O.V., Solovyeva, S.V., Sitkina, K.S. (2018). Indikatory ekologicheski ustoichivogo razvitiia: regional'noe izmerenie [Sustainable development indicators: regional dimension], *In Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriia 6: Ekonomika [The journal Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 6. Ekonomika],* 2, 21–33.

Castaneda, B. (1999). An index of sustainable economic welfare (ISEW) for Chile, *In Ecological Economics*, 28, 231–244.

Clarke, M., Islam, S. (2005). Diminishing and negative welfare returns of economic growth: an index of sustainable economic welfare (ISEW) for Thailand, *In Ecological Economics,* 54, 81–93. DOI:10.1016/j.ecolecon.2004.10.003.

De Haan, M. (2004). *Accounting for goods and bads.* Voorburg, Statistics Netherlands, 216 p.

Glazyrina, I., Chavkin, A. (2021). New estimates of eco-intensity considering the hazardous industrial pollution accumulation, *In E3S Web of Conferences*, 258, 08003. DOI: 10.1051/e3sconf/202125808003

Glazyrina, I., Glazyrin, V., Vinnichenko, S. (2006). The polluter pays principle and potential conflicts in society, *In Ecological Economics,* 59, 324–330. doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.10.020

Glazyrina, I.P, Glazyrin, V.V., Vinnichenko, S.V. (2004). Problema kachestva ekonomicheskogo rosta i ekologicheskii dolg [The quality of economic growth and environmental debt], *In Ekonomika prirodopol'zovaniia [Ekonomika prirodopol'zovaniia]*, 3, 21–31.

Glazyrina, I.P. (2020). Ternistyi put' k «zelenoi» ekonomike [A thorny path to green economy], *In EKO [ECO],* 50 (9), 8–23. DOI: 10.30680/eco0131–7652–2020–9–8–23

Glazyrina, I.P., Potravnyi, I.M. et al. (2005). *Ekologicheskie indikatory kachestva rosta regional'noj ekonomiki [Quality of growth indicators for regional economies].* Moscow, NIA-Priroda, 306 p.

Lindmark, M., Thu, H.N., Stage, J. (2018). Weak support for weak sustainability: Genuine savings and long-term wellbeing in Sweden, 1850–2000, *In Ecological Economics*, 145, 339–345. DOI.org/10.1016/j.ecolecon.2017.11.015.

Malkina, M. Yu. (2017). Sotsial'noe blagopoluchie regionov rossiiskoi federatsii [Social Well-Being of the Russian Federation Regions], *In Ekonomika regiona [Economy of Region],* 13 (1), 49–62. DOI: 10.17059/2017–1–5.

Mel'nikov, R.M. (2005). Analiz dinamiki mezhregional'nogo ekonomicheskogo neravenstva: zarubezhnye podkhody i rossiiskaia praktika [Analysis of the dynamics of regional economic differentiation: foreign approaches and domestic practice], *In Region: Ekonomika i Sociologiya [Region: Economics and Sociology]*, 4, 3–18.

Mkrtchyan, G.M., Tagaeva, T.O., Boksler, A.I. (2019). Indeks chelovecheskogo razvitiia v regionakh rf s uchetom situatsii v sfere obrashcheniia s otkhodami [The Human Development Index under the Current Waste Management System in the Russian Regions], *In Mir ekonomiki i upravleniia [World of Economics and Management],* 19 (3), 41–57. DOI 10.25205/2542–0429–2019–19–3–41–57.

Mkrtchyan, G.M., Tagaeva, T.O., Tsvelodub, Yu.O. (2017). Analiz i prognoz ekologicheskoi nagruzki v rossii [Analysis and forecast of ecological load in Russia], *In Mir ekonomiki i upravleniya [World of Economics and Management]*, 17 (1), 57–69.

Nagvi, A., Zwickl, K. (2017). Fifty shades of green: Revisiting decoupling by economic sector and air pollutants, *In Ecological Economics*, 133, 111–126. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2016.09.017

Pyzheva, Yu.I., Lapo, E.V., Syrtsova, E.A., Pyzhev, A.I. (2021). Evaluation of Genuine Savings in the Russia's Far East Regions, *In Regional Research of Russia,* 11 (1), 121–128. DOI: 10.1134/S2079970521010111

Pyzheva, Yu.I., Pyzhev, A.I., Zander, E.V. (2019). Perspektivy resheniia problemy zagriazneniia atmosfernogo vozdukha regionov Rossii [Solving the problem of atmospheric air pollution in russian regions], *In Ekonomicheskii analiz: teoriia i praktika [Economic Analysis: Theory and Practice]*, 18, 3 (486), 496–513. DOI: 10.24891/ea.18.3.496

Ryumina, E.V. (2014). Ekologicheskaya kharakteristika kachestva naseleniya [Ecological characteristic of quality of the population], *In Ekonomika regiona [Economy of Region],* 3 (39), 82–90. DOI 10.17059/2014–3–7.

Ryumina, E.V. (2016). Ekologicheskie aspekty otsenki kachestva zhizni [Ecological Aspects of the Assessment of Quality of Life], *In Ekonomika regiona [Economy of Region],* 12 (4), 1113–1122. DOI: 10.17059/2016–4–13.

Ryumina, E.V., Anikina, A.M. (2006). Otsenka ushcherba ot zagriazneniia okruzhayushchei sredy po regionam Rossii [Assessment of environmental pollution damage in the Russian regions], *In Ekonomika prirodopol'zovaniia [Ekonomika prirodopol'zovaniia],* 5, 89–96.

Sen, A. (1976). Real national income, *In Review of Economic Studies*, 43 (1), 19–39.

Syrtsova, E.A., Pyzhev, A.I., Zander, E.V. (2016). Istinnye sberezheniia regionov Sibiri: novye otsenki, starye problemy [Genuine savings for Siberian regions: new estimates, old problems], *In EKO [ECO],* 6 (504), 109–129.

Zabelina, I.A., Deluga, A.V. (2019). Geoekologicheskie indikatory ustoichivogo razvitiia: prostranstvennyi analiz [Geoecological indicators of sustainable development: spatial analysis], *In Ustojchivoe razvitie gornyh territorij [Sustainable development of mountain territories],* 11(1), 15–25. DOI: 10.21177/1998–4502–2019–11–1–15–25

Zabelina, I.A., Parfenova, K.V. (2021). Mekhanizmy uskorennogo ekonomicheskogo rosta regionov Dal'nego Vostoka [Development of the Far East regions: mechanisms of accelerated economic growth], *In Socium i vlast' [Society and Power],* 1 (87), 60–75. DOI: 10.22394/1996–0522–2021–1–60–75