

УДК 330.34

ТРАЕКТОРИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА: ЭФФЕКТ ДЕКАПЛИНГА

Федосеева С.С.,

Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук,
Пермский филиал, Пермь,
email: fedoseeva.ss@uiec.ru

Аннотация. В статье проведен анализ научных источников, посвященных формированию экологически ориентированной экономики и устойчивому развитию промышленности, а также изучению эффекта декаплинга. Цель исследования заключается в выявлении взаимосвязей между показателями экономического роста и экологической нагрузки на окружающую среду — выявление наличия или отсутствия эффекта декаплинга в промышленном комплексе. Рассмотрены основные методические подходы к диагностике эффекта декаплинга, представленные в экономической литературе. Проведена оценка эффекта декаплинга в промышленном комплексе Пермского края. Сформулирован вывод о том, что в условиях перехода к экологически ориентированной экономике промышленный комплекс Пермского края, применяя современные инновационные технологии в хозяйственной деятельности, способствующие экологизации индустриального развития, уверенно движется в направлении устойчивого развития.

Ключевые слова: устойчивое развитие, промышленный комплекс, эффект декаплинга, экологически ориентированная экономика, траектории развития, методический подход.

TRAJECTORY OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE INDUSTRIAL COMPLEX: THE DECOUPLING EFFECT

Fedoseeva S.S.,

Institute of Economics of the Urals Branch of the Russian Academy of Sciences,
Perm Branch, Perm,
email: fedoseeva.ss@uiec.ru

Abstract. The article analyses scientific sources devoted to the formation of environmentally oriented economy and sustainable development of industry, as well as the study of the decoupling effect. The purpose of the study is to identify the relationship between the indicators of economic growth and environmental load on the environment — to reveal the presence or absence of the decoupling effect in the industrial complex. The main methodological approaches to diagnosing the decoupling effect presented in the economic literature have been considered. The estimation of the decoupling effect in the industrial complex of Perm Krai has been carried out. The conclusion is formulated that in the conditions of transition to an environmentally oriented economy the industrial complex of Perm Krai, applying modern innovative technologies in economic activities that contribute to the greening of industrial development, is confidently moving towards sustainable development.

Keywords: sustainable development, industrial complex, decoupling effect, environmentally oriented economy, development trajectories, methodological approach.

В условиях нарастающей экономической неопределенности исследованию влияния промышленного производства на экологическую ситуацию в промышленных комплексах Российской Федерации уделяется значительное внимание. Научно-технический прогресс, инновационное развитие и наращивание темпов обновления промышленного производства приводят к значительному увеличению объемов потребления природных ресурсов, а также усилению негативного давления на окружающую среду. Соответственно решение проблем, направленных на улучшение экологической ситуации, достижение целей устойчивого развития российской промышленности на основе применения принципов экологически ориентированной экономики, будет способствовать усилению экономического развития.

Ключевая роль при переходе к устойчивому развитию общества предназначена промышленному производству, которое является основным источником негативного воздействия на окружающую среду [1, с. 2]. Необходим переход к экологически ориентированной модели развития в производственной деятельности, основными направлениями которой признаны: установление тесной связи между экономическими, экологическими и социальными показателями; формирование системы оценки экологизации производства и контроль над экологичностью производства; применение показателей экономической эффективности, отвечающих принципам экологизации [2, с. 148].

Следует еще раз подчеркнуть необходимость экологизации промышленного производства, ориентированной на минимизацию негативного техногенного воздействия на окружающую среду и обеспечение экологической безопасности, кроме этого, способствующей достижению устойчивого развития промышленности [3, с. 16]. Безусловно, в настоящее время становится актуальным экологичное производство, использующее малоотходные, ресурсосберегающие технологии, основанные на современных инновационных методах, как правило, позволяющие обеспечить население конкурентоспособной, экологически чистой продукцией [4, с. 130].

Прежде всего, исследователи выделяют характеристики модели устойчивого развития, которые имеют особое значение при экологизации хозяйственной деятельности: внедрение направлений концепции устойчивого развития, «зеленой» и низкоуглеродной экономики и бережливого производства в нормативно-правовые документы; применение экологичных наукоемких и высокотехнологичных производств, снижающих давление на окружающую среду; повышение эффективности использования природных ресурсов, в результате которой снижается загрязнение природной среды (эффект декаплинга) [5].

В экономической литературе отмечено, что для реализации модели экологически ориентированной экономики необходимо учитывать эффект декаплинга, являющийся стратегической основой движения к устойчивому развитию, — феномен, при котором экономический рост и увеличение объемов производства не способствуют росту экологической нагрузки на природную среду [6, с. 78]. Кроме этого, эффект декаплинга, направленный на определение взаимосвязи между промышленным производством и его давлением на окружающую среду, является результатом экологизации экономики, как процесса внедрения принципов устойчивого экологически сбалансированного развития в хозяйственную деятельность [7, с. 55].

Следовательно, декаплинг в настоящее время является не только важным критерием устойчивого развития промышленности, но и ключевым направлением экологически ориентированной экономики.

В рассматриваемом контексте, важную роль играет эффект декаплинга, исследованию которого в последнее десятилетие посвящено множество работ. В научных работах российских ученых значительное внимание уделяется анализу взаимосвязи между экономическим ростом и экологической нагрузкой на окружающую среду в рамках конкретных территорий [8, 9] или отдельных отраслей промышленности [10, 11]. Следует отметить, что проведенный анализ публикационной активности по рассматриваемой тематике, посвященной изучению эффекта декаплинга, его измерению и оценке различными методами расчета, показал недостаточную изученность данного направления, которое является теоретически актуальным и практически значимым для дальнейших научных исследований.

Цель исследования

Целью данной статьи является оценка взаимосвязей между показателями экономического роста и экологической нагрузки на окружающую среду — выявление наличия или отсутствия эффекта декаплинга в промышленном комплексе Пермского края посредством различных методических подходов.

Материалы и методы исследования

В исследовании рассмотрены методические подходы по оценке эффекта декаплинга, представленные в научных публикациях российских и зарубежных авторов.

1. Метод корреляционного анализа [10, 12]. Оценка эффекта декаплинга на основе использования расчета коэффициента парной корреляции (r_{xy}) между показателями экономического роста и экологической нагрузки на окружающую среду:

$$r_{xy} = \frac{\sum d_x \times d_y}{\sqrt{\sum d_x^2 \times \sum d_y^2}}, \quad (1)$$

где r_{xy} — коэффициент корреляции между статистическими рядами x и y ; d_x — отклонение каждого из чисел статистического ряда x от своей средней арифметической; d_y — отклонение каждого из чисел статистического ряда y от своей средней арифметической.

Экономическое развитие и экологическая нагрузка на окружающую среду оцениваются данными Федеральной службы государственной статистики. В качестве показателей, отражающих экономическое развитие, применяют валовой региональный продукт, объем промышленного производства, индекс промышленного производства и др. В качестве экологических показателей рассматривают: выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников; сброс загрязненных сточных вод; отходы производства и потребления.

Характеристика коэффициента корреляции производится по шкале Чеддока, значения имеют следующую интерпретацию: интервал от 0,1 до 0,3 — слабая связь; интервал от 0,3 до 0,5 — умеренная связь; интервал от 0,5 до 0,7 — заметная связь; интервал от 0,7 до 0,9 — высокая связь; интервал от 0,9 до 1,0 — очень высокая связь [13].

Если значение r_{xy} отрицательно, то связи между показателями принимают обратный смысл. Коэффициент корреляции $> 0,5$ с отрицательным знаком будет свидетельствовать о наличии эффекта декаплинга.

2. Метод, описанный в приложениях и документах Системы эколого-экономического учета (СЭЭУ) [14]. Показатель декаплинга D_{Index} оценивается как соотношение уровня экологического давления к уровню экономического развития за текущий и базовый периоды времени:

$$D_{Index} = \left(\frac{EP_n}{DF_n} \right) / \left(\frac{EP_{n-1}}{DF_{n-1}} \right) = \frac{T_{EP}}{T_{DF}}, \quad (2)$$

где D_{Index} — индекс декаплинга; EP_n и EP_{n-1} — показатели экологической нагрузки в текущем и базовом периодах; DF_n и DF_{n-1} — показатели экономического развития в текущем и базовом периодах (ВВП, ВРП, объем производства, индекс промышленного производства и др.); T_{EP} и T_{DF} — темпы роста экологической нагрузки и экономического роста.

Индекс декаплинга оценивается относительно единицы и интерпретируется следующим образом: $D_{Index} < 1$ — наличие эффекта декаплинга в течение исследуемого периода; $D_{Index} > 1$ — отсутствие эффекта декаплинга, наличие положительной корреляции между показателями.

3. Метод, предложенный Организацией экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) [15]. Расчет декаплинг-фактора определяется по формуле (3):

$$D_{Factor} = 1 - \left(\frac{EP_n}{DF_n} \right) / \left(\frac{EP_{n-1}}{DF_{n-1}} \right), \quad (3)$$

где D_{Factor} — декаплинг фактор; EP_n и EP_{n-1} — показатели экологической нагрузки в текущем и базовом периодах; DF_n и DF_{n-1} — показатели экономического развития в текущем и базовом периодах (ВВП, ВРП, объем производства, индекс промышленного производства и др.) [16].

Полученные значения декаплинг-фактора интерпретируются следующим образом: $D_{Factor} < 0$ — эффекта декаплинга отсутствует, экономический рост приводит к существенному росту экологической нагрузки на окружающую среду; $D_{Factor} > 0$ — наблюдается эффект декаплинга, т.е. снижение давления на окружающую среду при экономическом росте; $D_{Factor} = 0$ — экономический рост и давление на окружающую среду имеют равные темпы роста. Чем ближе значение декаплинг-фактора к единице, тем меньше давление экономики на окружающую среду [8, с. 43].

Результаты исследования и их обсуждение

Проведем диагностику эффекта декаплинга в промышленном комплексе Пермского края, применяя представленные выше методические подходы.

Промышленный комплекс Пермского края является одним из крупнейших в Российской Федерации и занимает первое место на Урале по объему промышленного производства. Ведущими отраслями промышленности являются машиностроительная, металлургическая, химическая и нефтехимическая, лесная, а также топливная и целлюлозно-бумажная. Временной период анализа обусловлен наличием данных официальной статистики и составляет 10-летний период с 2012 по 2022 гг.

В течение выбранного временного интервала исследования в промышленном комплексе Пермского края наблюдается устойчивый рост показателей экономического развития: валового регионального продукта (ВРП) и объема промышленного производства (ОПП) (рис. 1).



Рис. 1. Динамика валового регионального продукта и объема промышленного производства в промышленном комплексе Пермского края за 2012-2022 гг.

Источник: составлено автором по данным Росстата.



Рис. 2. Динамика показателей экологической нагрузки в промышленном комплексе Пермского края за 2012-2022 гг.

Источник: составлено автором по данным Росстата.

Небольшое снижение показателей мы видим в 2020 г., что связано с постпандемным кризисом, далее ситуация выравнивается и экономические показатели показывают рост. В течение десятилетнего периода в промышленном комплексе Пермского края ВРП вырос в 2,3 раза, а ООП практически в 2 раза.

В качестве показателей экологической нагрузки на окружающую среду, будем рассматривать показатели, характеризующие воздействие хозяйственной деятельности промышленного комплекса — это выбросы и сбросы загрязняющих веществ в атмосферу и поверхностные водные объекты, а также отходы производства и потребления.

На фоне стабильного роста экономических показателей прослеживается значительное снижение выбросов и сбросов загрязняющих веществ в атмосферу и водные объекты. Нестабильная ситуация наблюдается по отходам производства и потребления (рис. 2).

В течение десятилетнего периода в промышленном комплексе Пермского края произошло снижение выбросов в воздух загрязняющих веществ на 20,1%, объем сбросов загрязненных сточных вод снизился на 67,2%, объем отходов производства и потребления увеличился на 4,6%, но за период с 2021 по 2022 гг. сократился на 21,5%. Таким образом, в целом по промышленному комплексу Пермского края экологическая нагрузка на окружающую среду демонстрирует понижательную динамику.

Основные показатели для диагностики эффекта декаплинга в промышленном комплексе Пермского края за 2012–2022 гг. представлены в таблице 1.

Графическое представление эффекта декаплинга представлено на рисунке 3.

Расчетные данные оценки эффекта декаплинга в промышленном комплексе Пермского края за 2012–2022 гг. методом корреляционного анализа по формуле (1) и интерпретация значений коэффициента парной корреляции между показателями экономического роста (объем промышленного производства) и экологической нагрузки на окружающую среду представлены в таблице 2.

Таблица 1

**Основные показатели экономического роста и экологической нагрузки
в промышленном комплексе Пермского края за 2012–2022 гг.**

Год	ОПП, млрд руб.	Темп роста ОПП, %	Выбросы, тыс. т	Темп роста вы- бросов, %	Сбросы, млн куб. м	Темп роста сбросов, %	Отходы, млн т	Темп роста отходов, %
2012	1063,8	100,0	343,7	100,0	410,3	100,0	37,0	100,0
2013	1089,2	102,4	368,0	107,1	410,5	100,0	36,4	98,2
2014	1158,3	108,9	312,5	90,9	397,8	97,0	41,0	110,7
2015	1255,3	118,0	298,6	86,9	383,0	93,3	41,0	110,6
2016	1227,7	115,4	308,9	89,9	357,8	87,2	38,9	104,9
2017	1370,8	128,9	310,8	90,4	317,1	77,3	41,3	111,4
2018	1672,5	157,2	292,8	85,2	212,0	51,7	45,7	123,4
2019	1708,9	160,6	293,1	85,3	209,5	51,1	46,4	125,2
2020	1522,3	143,1	280,8	81,7	194,2	47,3	47,8	129,1
2021	1849,2	173,8	275,2	80,1	156,9	38,2	49,3	133,0
2022	2078,7	195,4	274,6	79,9	134,6	32,8	38,7	104,3

Источник: составлено и рассчитано автором по данным Росстата.

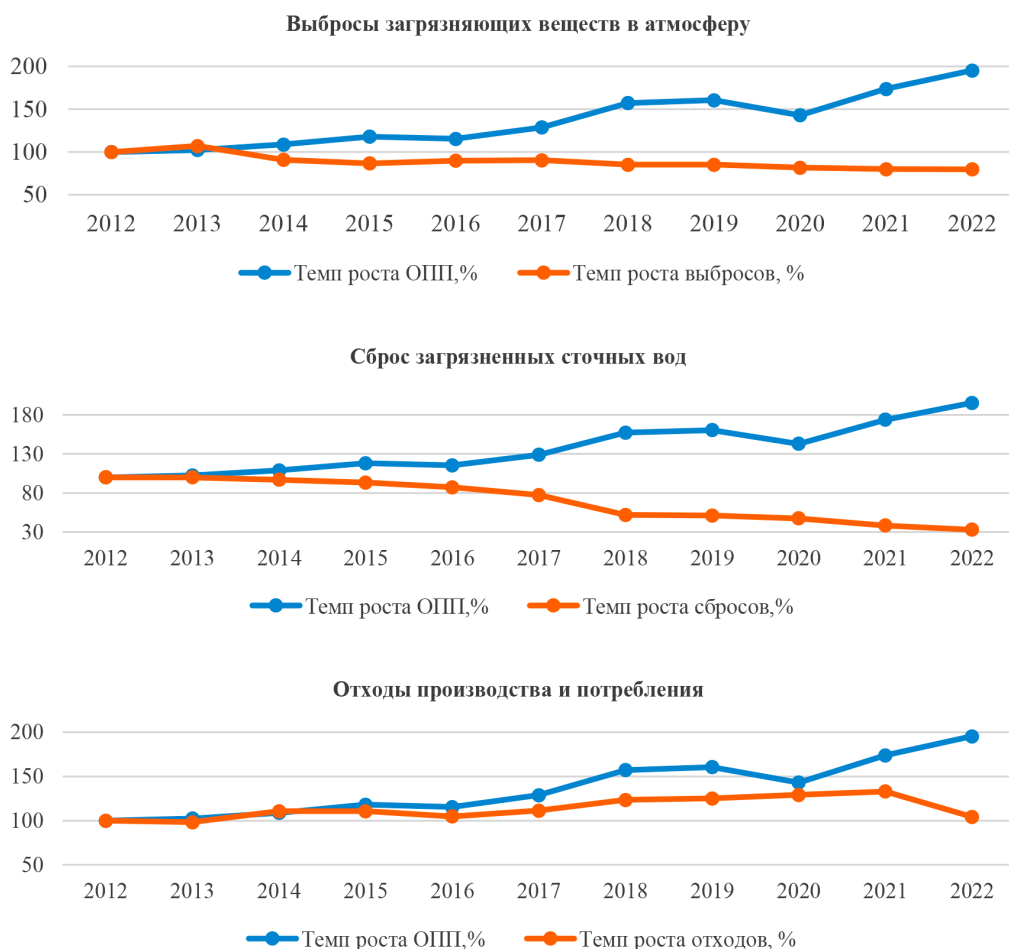


Рис.3. Эффект декаплинга по направлениям воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду в промышленном комплексе Пермского края за 2012-2022 гг.

Источник: рассчитано автором по данным Росстата.

Таблица 2

**Результаты корреляционного анализа для оценки эффекта декаплинга
в промышленном комплексе Пермского края за 2012-2022 гг.**

Показатель	Значение и характеристика коэффициента корреляции		Значение и расшифровка коэффициента детерминации	
Выбросы	-0,809	высокая связь	0,655	65,5% случаев изменения объемов выбросов загрязняющих веществ связано с изменением ОПП
Сбросы	-0,963	очень высокая связь	0,928	92,8% случаев изменения объемов сброса загрязненных сточных вод связано с изменением ОПП
Отходы	0,556	отсутствует	0,309	В 30,9% случаев изменение объема отходов производства и потребления связано с изменением ОПП

Источник: рассчитано автором.

По результатам проведенного корреляционного анализа можно сделать следующие выводы:

1) в промышленном комплексе Пермского края выявлен эффект декаплинга по выбросам загрязняющих веществ в атмосферный воздух и по сбросу загрязненных сточных вод. Показатели характеризуются высокой и очень высокой теснотой и имеют обратную корреляционную связь с показателем ОПП, то есть можно сказать, что при экономическом росте нагрузка на окружающую среду не увеличивается или находится в пределах нормы. Таким образом, можно отметить, что в промышленном комплексе Пермского края проводятся мероприятия, направленные на улучшения экологической ситуации, а также выполняются технологические процедуры в ходе производственной деятельности;

2) по отходам производства и потребления не наблюдается эффект декаплинга, показатель характеризуется слабой теснотой и имеет прямую корреляционную связь с показателем ОПП, что говорит об увеличении нагрузки на окружающую среду в ходе производственной деятельности.

Далее применим для оценки эффекта декаплинга метод СЭУУ (формула 2) и метод ОЭСР (формула 3), результаты расчета индекса декаплинга и декаплинг-фактора представлены в таблице 3.

Анализируя полученные результаты отметим, что в промышленном комплексе Пермского края эффект декаплинга по негативному воздействию хозяйственной деятельности на атмосферный воздух не выявлен в 2013, 2016 и 2020 гг., по воздействию на водные объекты не наблюдался в 2020 г., по размещению отходов производства и потребления отсутствовал в 2014 и 2020 гг. В целом, за период с 2012 по 2022 гг. рассчитанные показатели свидетельствуют о наличии эффекта декаплинга за рассматриваемый период по всем видам воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду в промышленном комплексе Пермского края (рис. 4).

Таблица 3

Результаты метода СЭУУ и метода ОЭСР для оценки эффекта декаплинга в промышленном комплексе Пермского края за 2012-2022 гг.

Период	Метод СЭУУ			Метод ОЭСР		
	Выбросы	Сбросы	Отходы	Выбросы	Сбросы	Отходы
2012	0,910	0,976	0,820	0,090	0,024	0,180
2013	1,046	0,977	0,960	-0,046	0,023	0,040
2014	0,799	0,911	1,059	0,201	0,089	-0,059
2015	0,882	0,888	0,923	0,118	0,112	0,077
2016	1,058	0,955	0,969	-0,058	0,045	0,031
2017	0,901	0,794	0,951	0,099	0,206	0,049
2018	0,772	0,548	0,908	0,228	0,452	0,092
2019	0,980	0,967	0,993	0,020	0,033	0,007
2020	1,076	1,041	1,158	-0,076	-0,041	-0,158
2021	0,807	0,665	0,848	0,193	0,335	0,152
2022	0,888	0,763	0,698	0,112	0,237	0,302
2022/2012	0,409	0,168	0,534	0,591	0,832	0,466

Источник: рассчитано автором.

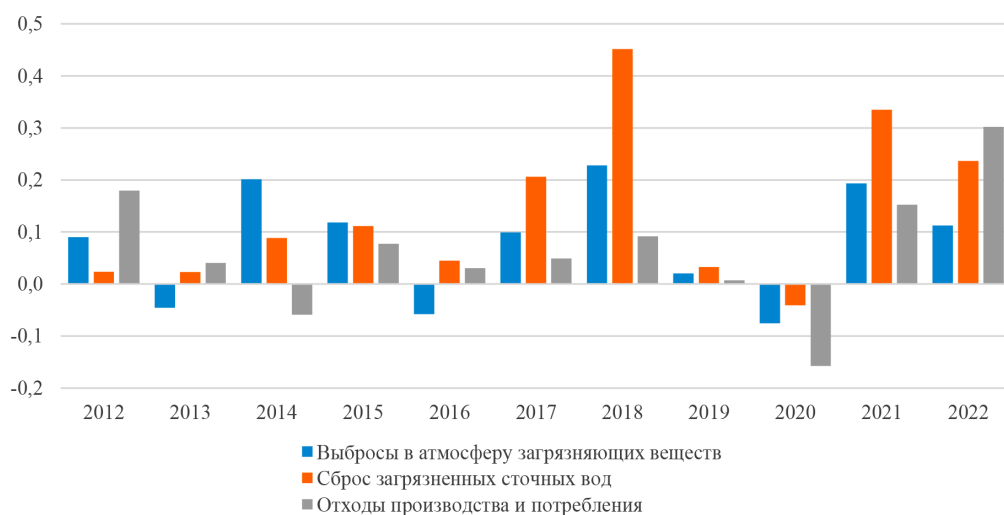


Рис. 4. Динамика декаплинг-фактора по направлениям воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду в промышленном комплексе Пермского края за 2012-2022 гг.

Источник: рассчитано автором.

Таким образом, можно сделать вывод, что промышленный комплекс Пермского края в условиях перехода к экологически ориентированной экономике активно модернизирует производство и внедряет современные инновационные технологии, способствующие экологизации индустриального развития, тем самым, сокращает выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, сбросы сточных вод, отходы производственной деятельности, а также своевременно осуществляет экологический мониторинг, что говорит о движении промышленного комплекса в направлении устойчивого развития.

Выводы

Подводя итоги, можно отметить, что анализ научных источников показал повышенный интерес к проблематике оценки устойчивого эколого-экономического развития и выявления наличия или отсутствия эффекта декаплинга в промышленном комплексе с применением различных методических подходов в экономической литературе. Стоит также подчеркнуть, что отсутствие общепринятой научной методики осложняет оценку и определение наличия эффекта декаплинга. По нашему мнению, среди рассмотренных методов, наиболее прост в применении метод корреляционного анализа, расчетные данные которого позволяют судить о наличии эффекта декаплинга по выявленной силе и направленности связи между показателями экономического развития и показателями экологической нагрузки на окружающую среду.

Результаты исследования позволяют сделать вывод, что промышленный комплекс Пермского края показал уменьшение экологической нагрузки при росте объемов промышленного производства и валового регионального продукта за 2012-2022 гг., что говорит о наличии эффекта декаплинга. Прежде всего, для дальнейшего

наращивания эффекта декарбонизации и минимизации экологической нагрузки при экономическом развитии, необходимо осуществлять экологизацию индустриального развития с помощью принципов и инструментов циркулярной экономики, а также продолжать внедрение инновационных ресурсосберегающих, экологически чистых технологий в промышленном комплексе и своевременно осуществлять экологический мониторинг хозяйствующих субъектов, что будет способствовать достижению целей устойчивого развития промышленности.

Благодарности

Статья опубликована в соответствии с Планом НИР Института экономики УрО РАН.

Литература

1. Епифанцева Е.И. Эколого-экономические механизмы достижения устойчивого развития промышленного предприятия // Baikal Research Journal. 2015. Т. 6. № 5. С. 1-10. DOI: 10.17150/2411-6262.2015.6(5).3.
2. Шешукова Т.Г., Мухина Е.Р. К теории развития экологического учета на промышленном предприятии в условиях формирования инновационной экономики // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки. 2017. № 2. С. 141-51. DOI: 10.15593/2224-9354/2017.2.11.
3. Голова Е.Е., Баранова И.В. Роль и влияние экономических процессов на экологию России // Фундаментальные исследования. 2022. № 4. С. 12-17. DOI: 10.17513/fr.43231.
4. Стас М.Ф. Основные направления формирования устойчивого развития промышленных отраслей национальной экономики // Научное обозрение. Экономические науки. 2017. № 2. С. 126-130.
5. Бобылев С.Н., Захаров В.М. Экология и экономика. «Зелёная» экономика. Человек и природа. М.: Департамент природопользования и охраны окружающей среды города Москвы / Центр устойчивого развития и здоровья среды ИБР РАН / Центр экологической политики России, 2015. 98 с.
6. Кожевников С.А., Лебедева М.А. Проблемы перехода к зеленой экономике в регионе (на материалах Европейского Севера России) // Проблемы развития территории. 2019. № 4 (102). С. 72-88. DOI: 10.15838/ptd.2019.4.102.4.
7. Яшалова Н.Н. Анализ проявления эффекта декарбонизации в эколого-экономической деятельности региона // Региональная экономика: теория и практика. 2014. № 39 (366). С. 54-61.
8. Шкиперова Г.Т. Анализ и моделирование взаимосвязи между экономическим ростом и качеством окружающей среды (на примере республики Карелия) // Экономический анализ: теория и практика. 2014. № 43 (394). С. 41-49.
9. Забелина И.А. Эффект декарбонизации в эколого-экономическом развитии регионов — участников трансграничного взаимодействия // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2019. Т. 12. № 1. С. 241-255. DOI: 10.15838/esc.2019.1.61.15.
10. Акулов А.О. Эффект декарбонизации в индустриальном регионе (на примере Кемеровской области) // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2013. № 4. С. 177-185.
11. Калашникова И.В., Филиппова К.В. Развитие промышленности регионов Дальнего Востока России и эффект декарбонизации // Вестник Тихоокеанского государственного университета. 2019. № 1 (52). С. 109-116.

12. Васильцов В.С., Яшалова Н.Н., Яковлева Е.Н., Харламов А.В. Национальная климатическая политика: концептуальные основы и проблемы адаптации // Экономика региона. 2021. Т. 17. № 4. С. 1123-1136. DOI: 10.17059/ekon.reg.2021-4-6.

13. Трушкова Е.А. Методический подход к оценке экономико-экологического развития и дополнительных эффектов, ассоциированных с факторами риска от загрязнения окружающей среды // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник Научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. 2017. № 3. С. 44-53.

14. System of Environmental-Economic Accounting 2012: Applications and Extensions (White cover publication, preedited text subject to official editing). European Commission, FAO, OECD, United Nations, World Bank, 2014. 112 p.

15. Indicators to Measure Decoupling of Environmental Pressure from Economic Growth. OECD. 2002. 108 p.

16. Лопачук О.Н. Методические особенности и прикладные аспекты декарпинг-анализа // Журнал прикладных исследований. 2023. № 8. С. 63-70. DOI: 10.47576/2949-1878_2023_8_63.