

Научная статья

УДК 332.1: 338.45: 504.064.2

DOI: 10.34130/2070-4992-2023-3-2-142

**Исследование взаимосвязи динамики промышленного производства
и интенсивности его воздействия на окружающую среду
(на примере регионов Дальнего Востока)****Вера Николаевна Макарова¹, Андрей Геннадьевич Шеломенцев²,
Ксения Сергеевна Гончарова³**¹Владивостокский государственный университет, Владивосток, Россия,^{2,3}Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск, Россия¹boyikova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0575-2901>²a.shelom@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1904-9587>³ksenia.gon4arowa@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2381-3322>

Аннотация. К настоящему времени в большинстве стран мира установленные на глобальном уровне цели устойчивого развития находятся на этапе практической реализации. Данный этап базируется на глубокой аналитической работе, которая опирается на всесторонний анализ происходящих в экологической, социальной и экономической сферах, взаимосвязанных между собой процессов. Цель настоящей статьи — определение взаимосвязей между динамикой темпов промышленного производства и интенсивности его воздействия на окружающую среду на Дальнем Востоке. Основными методами стали теоретическое обобщение состояния изученности поставленной проблемы; межрегиональные сравнения, структуризация и группировка значений показателей, характеризующих динамику объемов промышленного производства, а также его воздействие на компоненты биосферы (воздух и воду); методы индексов, графического моделирования и статистического (корреляционного) анализа данных. В статье выделены следующие основные направления исследований, которые включают сбор статистической информации по регионам ДФО по показателям интенсивности промышленного производства и его воздействия; расчеты темпов изменения показателей, характеризующих объемы производства, а также динамику по выбросам и сбросам; оценку взаимосвязи между динамикой сбросов (выбросов) и интенсивностью промышленного производства, в т.ч. на основе корреляционного (включая расчёт *t*-критерия Стьюдента для оценки значимости полученного коэффициента корреляции (*r*)) и графического анализа; группировку регионов ДФО по критерию роста или падения показателей, взаимосвязанных по интенсивности промышленного производства и его воздействия на окружающую среду. Границы выделенных в статье направлений исследований носят достаточно условный характер и со временем или перманентно меняются, опираясь на конвергенцию отмеченных областей знаний, что является перспективным направлением дальнейших разработок в сфере взаимосвязи между темпами промышленного производства и интенсивностью его воздействия на окружающую среду.

Ключевые слова: динамика промышленного производства, междисциплинарный подход, экономические последствия, цели устойчивого развития, экологические последствия, регион, статистическая информация, корреляция

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ № 22-28-01403: «Модели прогнозирования процессов адаптации социо-эколого-экономических систем северного региона к последствиям глобального изменения климата».

Для цитирования: Макарова В. Н., Шеломенцев А. Г., Гончарова К. С. Исследование взаимосвязи динамики промышленного производства и интенсивности его воздействия на окружающую среду (на примере регионов Дальнего Востока) // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник Научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. 2023. Т. 3. Вып. 2. С. 142–163. <https://doi.org/10.34130/2070-4992-2023-3-2-142>

Article

Study of a relationship between dynamics of industrial production and an intensity of its impact on an environment (using the example of regions of the Far East)

Vera N. Makarova¹, Andrei G. Shelomentsev², Kseniya S. Goncharova³

¹Vladivostok State University, Vladivostok, Russia

^{2,3}Yugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia

¹boyikova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0575-2901>

²a.shelom@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1904-9587>

³ksenia.gon4arowa@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2381-3322>

Abstract. By now, in most countries of the world, the Sustainable Development Goals set at the global level are at the stage of practical implementation. As practice shows, solving this problem requires serious analytical work based on a deep and comprehensive analysis of processes taking place in the social, environmental and economic spheres. The purpose of this study is to summarize and systematize research carried out in various countries of a world in the field of assessment and forecasting of consequences in areas vital to society. The main method was content analysis, generalization and systematization of research results in an analyzed interdisciplinary field, integrating approaches and research results related to climatology, ecology, economics, sociology, political science and other sciences. The article highlights a following main areas of research in a field of assessment and forecasting of an effects of climate change: a formation of databases containing information about climate change on a regional, national and global scale; assessment of an impact of climate change on an economic sustainability of national economies; assessment and forecasting of a social and economic consequences of climate change; assessment and forecasting of threats and risks of climate change. Within a framework of each of them, various aspects of assessing an effect of climate change are considered, combined by goals and subject of analysis. The boundaries of the research directions highlighted in the article are rather conditional and change over time or permanently, based on a convergence of the marked areas of knowledge, which is a promising direction for further developments related to global climate change. This creates prerequisites for the formation of the development of a new methodology and an interdisciplinary field of research.

Keywords: climate change, interdisciplinary approach, social and economic consequences, databases, UN, Sustainable Development Goals, population adaptation, region, risk and threat assessment, national economy

Acknowledgments. This work has been supported by the grant the Russian Science Foundation, RSF 22-28-01403 «Forecasting the social, economic and environmental consequences of the Northern region's adaptation to the effects of global climate change».

For citation: Makarova V. N., Shelomentsev A. G., Goncharova K. S. Trends in dynamics of industrial production rates and an intensity of environmental impact in the far east. *Korporativnoe upravlenie i innovacionnoe razvitie ekonomiki Severa: Vestnik Nauchnoissledovatel'skogo centra korporativnogo prava, upravleniya i venchurnogo investirovaniya Syktyvkar'skogo gosudarstvennogo universiteta* [Corporate Governance and Innovative Economic Development of the North: Bulletin of the Research Center of Corporate Law, Management and Venture Investment of Syktyvkar State University]. 2023. Vol. 3, issue 2. C. 142–163. (In Russ.) <https://doi.org/10.34130/2070-4992-2023-3-2-142>

Введение

Развитие промышленного производства напрямую связано с экономическим ростом страны, обеспечивая все более комфортную жизнедеятельность людей. Размещение его традиционно обуславливается широким кругом факторов, включая климат, наличие и условия эксплуатации пригодных природных ресурсов, близость к транспортным коммуникациям, предприятиям их переработки, рынкам сбыта и т.п. При этом от специфики и категории опасности производств зависят характер и масштабы их воздействия на окружающую среду, что связано, с одной стороны, с объемами и составом поступающих загрязнителей, с другой — с самой средой и ее уязвимостью, в первую очередь с влиянием на воздух (выбросы), а также воду (сбросы).

Концентрация населения напрямую зависит от природно-климатических особенностей и уровня социально-экономического развития конкретных регионов. Так, на территориях с более суровым климатом (например, резко континентальным) зачастую численность населения значительно меньше, чем в регионах с более мягким климатом (континентальным). Социально-экономическое развитие территорий, как правило, связано с размещением и функционированием производств различных

отраслей национальной экономики. На Дальнем Востоке одним из наиболее плотно заселенных и промышленно развитых регионов является Приморский край.

Принято анализировать воздействие отдельных промышленных предприятий [1–3] или в целом отраслей экономики региона на окружающую среду [4–6], здоровье населения [4; 7; 8], глобальное изменение климата, а также функционирование сельского хозяйства [9; 10]. Однако часто результаты этих исследований носят дискуссионный характер, а их объектом выступают либо индустриально развитые страны, либо локальные территории.

Состояние изученности

Вопросам *взаимосвязи роста объемов промышленного производства и его воздействия на окружающую среду* посвящен широкий круг работ, которые, на наш взгляд, можно условно разделить на следующие основные группы по проводимому в исследованиях анализу влияния явлений и процессов, преимущественно экономических, на состояние окружающей среды: во-первых, отдельных отраслей; во-вторых, модернизации промышленности; в-третьих, накопленных отходов производства; в-четвертых, промышленного производства (моделирование процессов). Внутри каждой из отмеченных выше групп, как правило, исследования посвящены конкретным экологическим аспектам.

Публикации, в которых отражены результаты анализа *влияния отдельных отраслей* на состояние окружающей среды, достаточно разнообразны и связаны с оценкой влияния отраслей на отдельные элементы окружающей среды, включая воздух, воду, рельеф, биоту и т.п. в рамках конкретной территории.

Оценка *совокупного негативного влияния промышленного производства* на экологическую ситуацию, включая атмосферу, воду, растительный мир, некоторые виды диких животных и т.п. также отражена во многих исследованиях [11; 12]. При этом авторы, опираясь на глубокий анализ, выделяют особенности промышленного производства и его технологических процессов на окружающую среду конкретного региона [13–15]. Помимо этого, в значительном количестве работ представлен анализ влияния горного производства на окружающую природную среду, включая атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, почву [16], а также значимость и эффективность выполнения природоохранных мероприятий как на стадии эксплуатации месторождений, так и после завершения их отработки [17–19]. В ряде исследований представлены различные аспекты воздействия нефтегазовой промышленности на почвенный покров, включая оценку объемов вредных выбросов, анализ их состава, обоснование инвестиций на охрану окружающей среды с целью их последующего восстановления [20; 21].

Вопросы *экологической модернизации* промышленного производства в основном связаны с внедрением новых технологий и обновлением парка оборудования, направленных на контроль воздействия на окружающую среду [22], снижение объемов вредных выбросов [22; 23], переход к замкнутому циклу использования ресурсов [24].

Одной из самых широких областей исследований в сфере снижения воздействия промышленности на окружающую среду является *утилизация и использование отходов производства*. Так, снижение влияния техногенных отходов на окружающую среду традиционно включает в себя следующие аспекты. Во-первых, инвентаризацию экологически опасных объектов, оценку масштабов и характер влияния, а также оценку перспектив их утилизации или повторного использования [25; 26]. Во-вторых, утилизацию отходов промышленного производства, которая актуализирует, с одной стороны, решение технических проблем, позволяющее снизить негативное воздействие на экологическую систему региона; с другой — построение системы управления отходами [27; 28]. В-третьих, переработку отходов производства и их последующее использование, что является одним из наиболее перспективных и важных направлений исследований, включающим разработку соответствующих технологий [29; 30], привлечение инвестиций [31], построение эффективной системы вторичного использования отходов с внедрением соответствующих технологий [31; 32] и реализацию полученного продукта [33].

Разработка моделей влияния промышленного производства на окружающую среду особенно активно развивается в последние годы. Однако в основном эти модели используются для анализа воздействия и оценки последствий наблюдаемых процессов загрязнения окружающей среды, например, эмиссии вредных веществ, содержащихся в отходах производства, в водных объектах [34; 35], вредного воздействия самого производства на базе баланса материальных потоков [36; 37].

Анализ влияния промышленного производства на состояние окружающей среды на Дальнем Востоке отражает отмеченные выше направления исследований в других регионах и в стране в целом. Так, анализ

влияния промышленного производства (комплекса) на окружающую среду рассматривается в контексте обеспечения устойчивого развития регионов [38]. Относительно большое количество исследований посвящено оценке влияния горного производства, включая разработку твердых полезных ископаемых (угля, золота, цеолитов) [39] и нефтегазовых [40; 41] месторождений и его отходов на состояние окружающей среды, включая поверхностные и подземные воды [42], состояние природно-горнотехнических систем, масштабов нарушенных земель, выбросов загрязняющих веществ [43]. Здесь следует отметить исследования в сферах, с одной стороны, складирования и переработки отвалов, а также восстановления нарушенных земель на разрезе «Восточный» [44] и обогатительной фабрике "Нерюнгринская" АО ХК "Якутуголь" [45]; с другой — оценки перспектив освоения новых месторождений с учетом комплексного использования минерального сырья [46; 47].

Особое место среди прочих исследований занимают работы по оценке влияния хозяйственного освоения *арктических регионов*, включая анализ выбросов загрязняющих веществ от недропользования [48], их влияние на здоровье населения [49].

Таким образом, анализ и обобщение состояния изученности заявленной проблемы позволяют сделать вывод о том, что объемы промышленного производства и воздействие на окружающую среду взаимосвязаны между собой. При этом рост экологического воздействия происходит, во-первых, вследствие роста объемов производства, во-вторых, в результате накопления отходов производства. Вместе с тем снижение влияния промышленного производства на окружающую среду связано, во-первых, с реализацией природоохранных мероприятий и модернизацией производства; во-вторых, с утилизацией или повторным использованием отходов производства. Последнее может нарушать прямую зависимость текущей экологической нагрузки от объемов производства.

Методы исследования

Соответственно, целью нашего исследования стало определение взаимосвязей между динамикой темпов промышленного производства и интенсивностью его воздействия на окружающую среду в регионах Дальнего Востока.

Объект исследования — регионы Дальневосточного федерального округа. *Предмет* — взаимосвязи между динамикой темпов промышленного производства и интенсивностью его воздействия на окружающую среду на Дальнем Востоке.

При проведении исследования был использован следующий комплекс *методов*: теоретического обобщения состояния изученности поставленной проблемы; межрегионального сравнения, структуризации и группировки значений показателей, характеризующих динамику объемов промышленного производства, а также его воздействие на компоненты биосферы (воздух и воду); методы индексов, графического моделирования и статистического (корреляционного) анализа данных.

В качестве *информационной основы* использовались данные Федеральной службы государственной статистики (в качестве информационных ресурсов), ежегодные отчеты субъектов Российской Федерации (РФ), направленные на реализацию посланий Президента Российской Федерации Федеральному собранию РФ, нормативно-правовая база в сфере реализации экологической политики государства.

Исследование включало выполнение следующих основных *этапов*:

- сбор статистической информации по регионам ДФО по показателям интенсивности промышленного производства и его воздействия;
- расчеты темпов изменения показателей, характеризующих объемы производства, а также динамику по выбросам и сбросам — индексы по выбросам (сбросам), показывающие изменение общего объема выбросов (сбросов) в атмосферу (водный объект) загрязняющих веществ по отношению к предыдущему периоду;
- оценку взаимосвязи между динамикой сбросов (выбросов) и интенсивностью промышленного производства, в т. ч. на основе корреляционного (включая расчёт t-критерия Стьюдента для оценки значимости полученного коэффициента корреляции (r)) и графического анализа. Для компактности текста далее в работе взаимосвязь между динамикой промышленного производства и объемом загрязненных сточных вод в поверхностных водных объектах обозначалась нами как g_1 , а взаимосвязь между динамикой промышленного производства и объемом выбросов в атмосферу загрязняющих веществ — как g_2 .
- группировку регионов ДФО по критерию роста или падения показателей, взаимосвязанных по интенсивности промышленного производства и его воздействия на окружающую среду.

Результаты исследования

В результате исследования нами было установлено, что к настоящему времени сформировались следующие основные группы регионов ДФО по динамике темпов промышленного производства и интенсивности воздействия на окружающую среду:

1. Сахалинская область и Чукотский автономный округ, Магаданская область, Еврейская автономная область и Камчатский край.

2. Республика Бурятия и Амурская область, Республика Саха (Якутия), Забайкальский край и Хабаровский край;

3. Приморский край.

Динамика (в процентах) рассматриваемых в настоящей работе показателей по Сахалинской области представлена на рисунке 1.

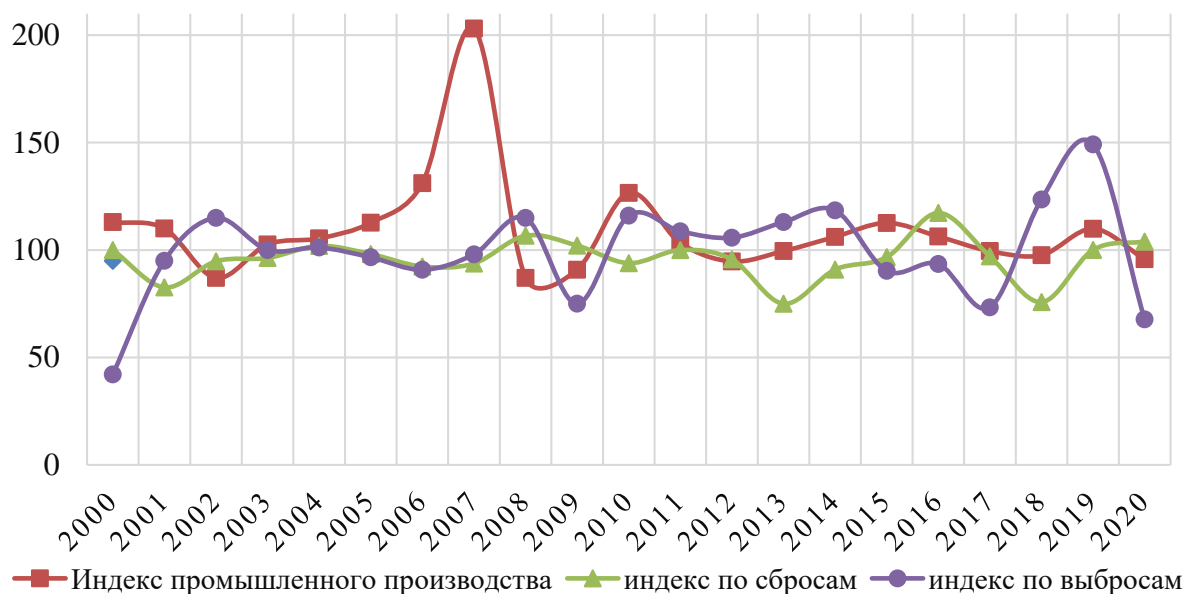


Рис. 1. Динамика показателей с 2000 по 2020 год по Сахалинской области ($r_1 = (-) 0,09$; $r_2 = 0,01$)

Fig. 1. Dynamics of indicators from 2000 to 2020 in the Sakhalin region ($r_1 = (-) 0,09$; $r_2 = 0,01$)

Источник: составлено авторами

Source: compiled by the authors

По данным, представленным на рис. 1, в 2006 году в Сахалинской области наблюдался рост индекса промышленного производства, который в 2007 году достиг пиковых значений, что, по нашему мнению, связано с реализацией нефтегазовых проектов «Сахалин-1» и «Сахалин-2». В 2013 году отмечалось пиковое сокращение количества сбросов, что можно связать с уменьшением добычи золота, процесс обогащения которого требует большое количество воды. Более четверти выбросов от общего количества приходится на предприятия, занимающиеся добычей полезных ископаемых, 3/4 от общей добычи составляет уголь. Следовательно, можно сделать вывод, что за счет увеличения добычи угля в 2019 году получены пиковые значения по выбросам в атмосферу.

Далее на рис. 2 представлена динамика (в %) показателей по Чукотскому автономному округу.

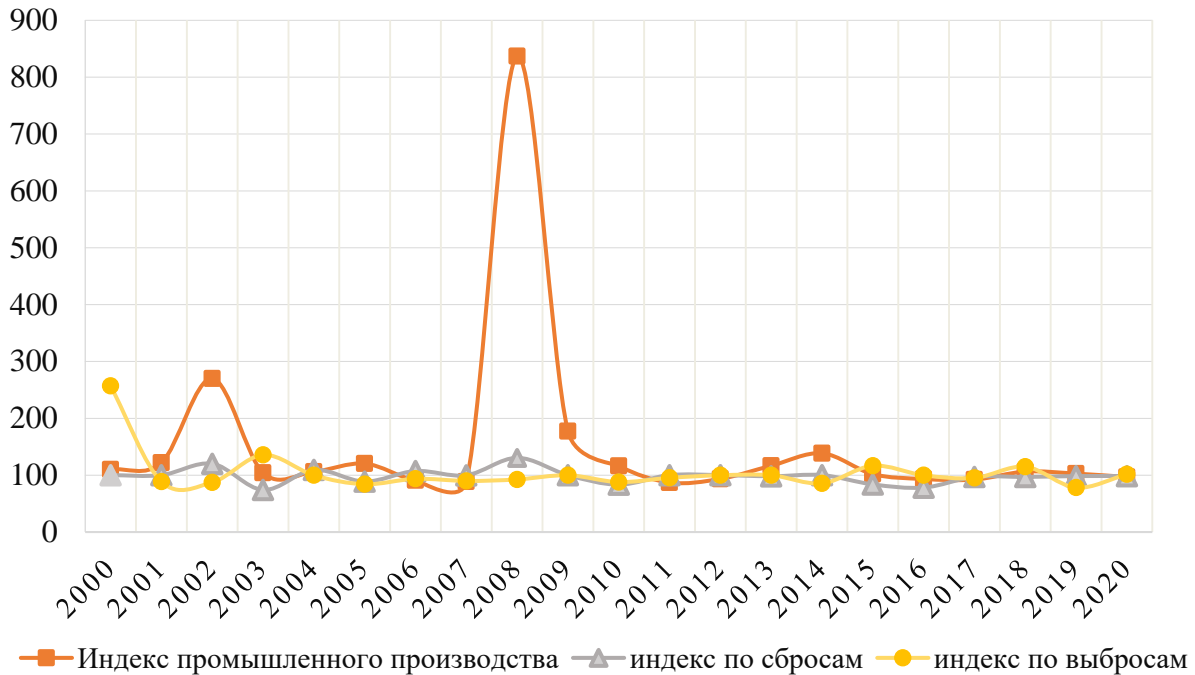


Рис. 2. Динамика показателей с 2000 по 2020 год по Чукотскому автономному округу ($r_1 = 0,66$; $r_2 = (-) 0,10$)

Fig. 2. Dynamics of indicators from 2000 to 2020 in the Chukotka Autonomous Okrug ($r_1 = 0,66$; $r_2 = (-) 0,10$)

Источник: составлено авторами
Source: compiled by the authors

Как показывает график (рис. 2), в 2002, 2008 и 2009 годах в Чукотском автономном округе происходили события, выбивающиеся из общей динамики. Можно предположить, что данная аномалия связана в первую очередь с разработкой ряда месторождений драгоценных металлов (2008–2009 гг.) и угольных шахт (2002 г.).

С 1998 года из-за сокращения выработки тепловой энергии в связи со спадом промышленного производства, закрытием мелких котельных, ликвидацией населенных пунктов и горных предприятий выбросы загрязняющих веществ снижаются (по данным Автономной некоммерческой организации «Национальное информационное агентство «Природные ресурсы»).

В то же время, несмотря на отсутствие статистически значимой взаимосвязи между объемами промышленного производства и объемами выбросов ($r_2 = 0,10$), для рассматриваемого субъекта Федерации (Чукотского автономного округа) была установлена заметная¹ корреляция между значениями показателей индекса промышленного производства и объёма сбросов загрязненных сточных вод ($r = 0,66$).

Таким образом, особенностью данной группы, в которую входят Сахалинская область и Чукотский автономный округ, является значительный, проявляющий крайне пиковые значения рост индекса производства.

¹ По шкале Чеддока.

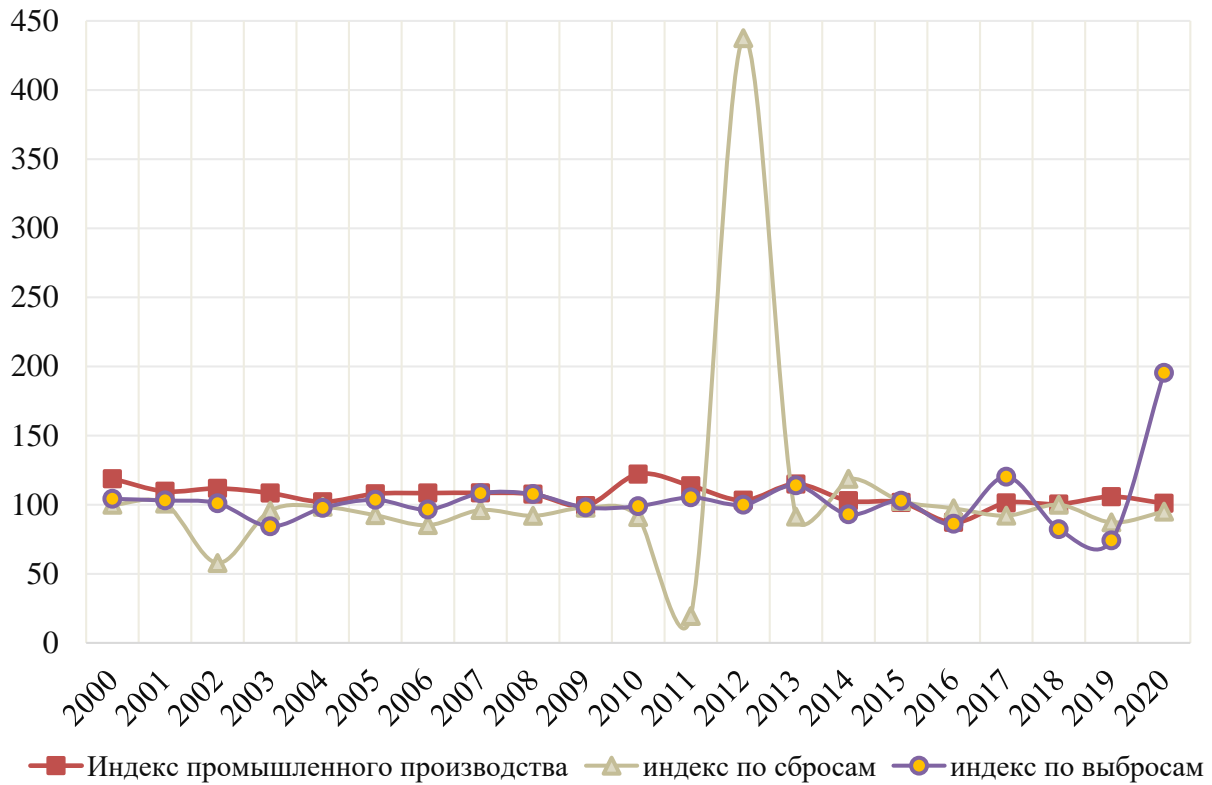


Рис. 3. Динамика показателей с 2000 по 2020 год по Республике Бурятия ($r_1 = (-) 0,18$; $r_2 = 0,00$)

Fig. 3. Dynamics of indicators from 2000 to 2020 in the Republic of Buryatia ($r_1 = (-) 0,18$; $r_2 = 0,00$)

Источник: составлено авторами
Source: compiled by the authors

По данным, представленным на графике (рис. 3), уменьшение сброса загрязненных сточных вод по сравнению с 2002 г. произошло в результате прекращения сброса загрязненных сточных вод от Тоннельного отряда — 21 в связи с завершением горнопроходческих и строительных работ (по данным АНО «Национальное информационное агентство «Природные ресурсы»).

Постепенно с 2007 года наблюдается снижение сбросов сточных вод с пиковым показателем в 2012 году, который можно связать с разработкой Тугнуйского угольного бассейна [50].

На рис. 4 представлена динамика показателей по Амурской области.

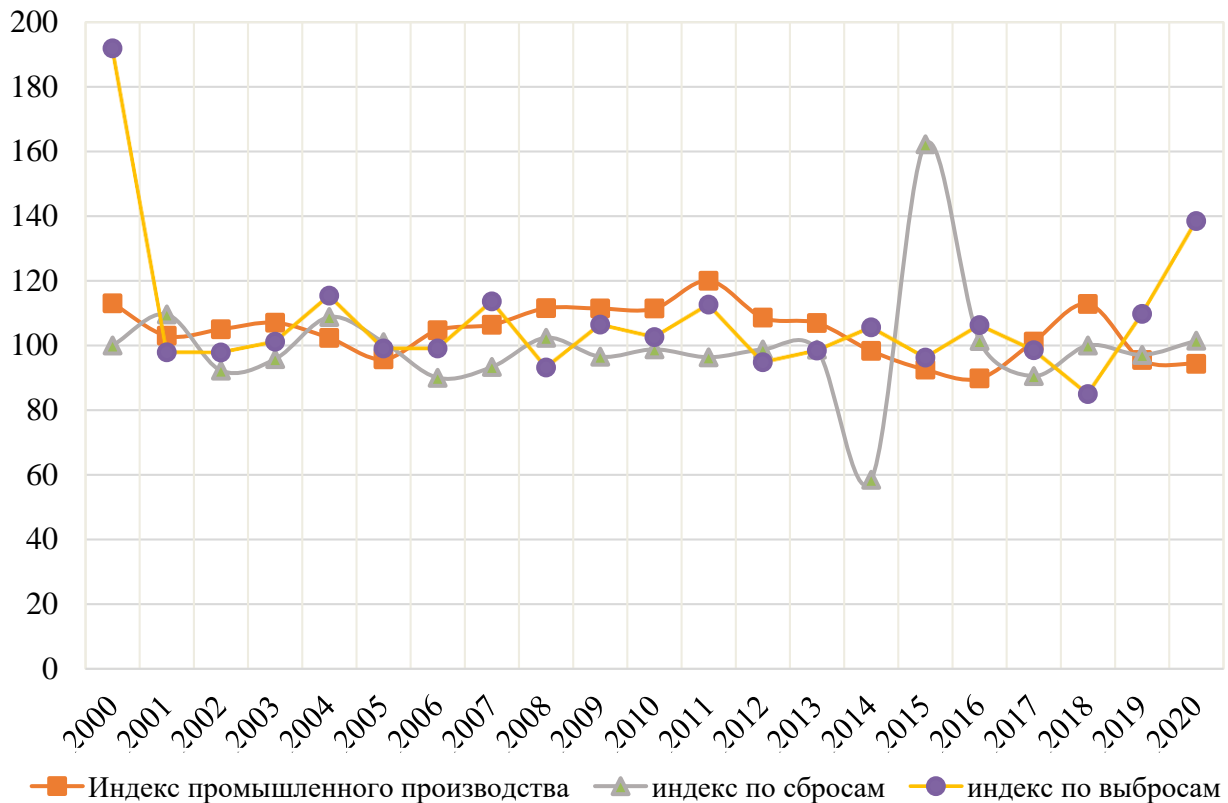


Рис. 4. Динамика показателей с 2000 по 2020 год по Амурской области ($r_1 = (-) 0,23$; $r_2 = 0,09$)

Fig. 4. Dynamics of indicators from 2000 to 2020 in the Amur Oblast ($r_1 = (-) 0,23$; $r_2 = 0,09$)

Источник: составлено авторами

Source: compiled by the authors

Уровень загрязнения водных объектов области неочищенными сточными водами остается высоким. В 2014 году в сравнении с 2013 годом, как видно из графика на рис. 4, произошло уменьшение сброса сточных транзитных и других вод в природные поверхностные водные объекты. Уровень нормативно очищенных вод в объеме сточных вод в поверхностных водоемах вырос по отношению к 2013 году. Главными загрязнителями водных объектов, не использующими весь комплекс мер по очищению стоков и контроля за их химическим составом, являются ОАО «Амурский уголь» (Ерковецкий угольный разрез), ОАО «Амурские коммунальные системы» (г. Благовещенск), ООО «Водоканал» (г. Белогорск).

Поверхностные водные объекты используются главным образом для выработки электроэнергии, хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения, добычи полезных ископаемых, сброса сточных вод, судоходства.

По данным, отраженным на графике рисунка 4, с 2018 года отмечается рост количества выбросов в атмосферный воздух. Так, основными источниками загрязнения атмосферного воздуха в области являются: АО «Дальневосточная генерирующая компания», СП «Благовещенская ТЭС» АО «Дальневосточная генерирующая компания», СП «Райчихинская ГРЭС», Забайкальская дирекция по тепловодоснабжению, Свободненский территориальный участок ОАО «РЖД», АО «Коммунальные системы БАМа», ООО «ЖДК-Энергоресурс», ООО «Албынский рудник», ООО «Теплоинвест», ООО «Газпром Трансгаз Томск», ФГБУ «ЦЖКУ».

Амурскую область относят к субъектам со слабым промышленно-экономическим развитием, однако при этом происходит значительный прессинг на окружающую среду [51].

Республика Саха занимает лидирующие позиции в России, в первую очередь в добывающих отраслях: добыче алмазов (1 место в РФ и в мире), добыче угля (5 место в РФ), по объему валового регионального продукта на душу населения (5 место в РФ), по инвестициям в основной капитал на душу населения (6 место в РФ). Основное воздействие на окружающую среду оказывают электроэнергетика,

горнодобывающая, нефтегазовая промышленность и производство строительных материалов, на долю которых приходится практически 90 % массы выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников.

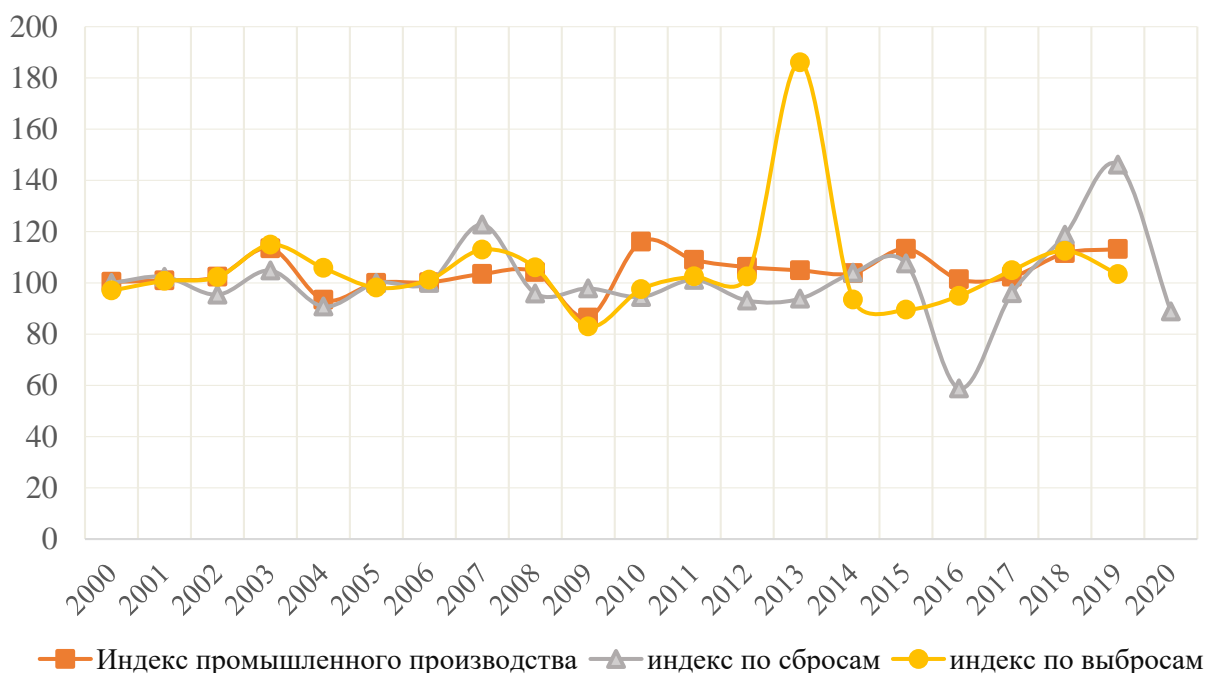


Рис. 5. Динамика показателей с 2000 по 2020 год по Республике Саха (Якутия) ($r_1 = (-) 0,12$; $r_2 = 0,16$)

Fig. 5. Dynamics of indicators from 2000 to 2020 in the Republic of Sakha (Yakutia) ($r_1 = (-) 0,12$; $r_2 = 0,16$)

Источник: составлено авторами
Source: compiled by the authors

Рост показателя индекса промышленного производства в 2011 году (рис. 5) произошёл ориентировочно за счет роста отпуска теплоэнергии ОАО АК «Якутскэнерго».

Увеличение суммарного выброса загрязняющих веществ связано прежде всего со значительным объемом выбросов с объектов ООО «Таас-Юрях Нефтегазодобыча» в Мирнинском районе. Предприятием в 2014 году увеличены объемы производства по добыче сырой нефти, газового конденсата и нефтяного попутного газа. Добыча большей части нефтяного попутного газа ведется из «газовых шапок», что обусловлено особенностями месторождений.

Уменьшение суммарного выброса загрязняющих веществ в 2016 году, отмеченное на рис. 5, было связано с уменьшением объемов выбросов от объектов ООО «Таас-Юрях Нефтегазодобыча» в Мирнинском районе и обусловлено снижением объема сжигания попутного нефтяного газа. Увеличились объемы выбросов в Ленском районе в связи с ростом объемов производства ОАО «Сургутнефтегаз» и соответственно увеличением объемов выбросов загрязняющих веществ на треть в сравнении с 2015 годом.

По сравнению с 2015 годом фиксируется уменьшение сброса сточных вод за счет предприятий теплоэнергетики (АО «Теплоэнергосервис», ГУП ЖКХ РС(Я)). Уменьшение общего забора свежей воды связано с уменьшением объема забора воды у филиалов АО «Теплоэнергосервис», ГБУ Упрмелиоводхоз МСХ и увеличением объема оборотной воды, используемой добывающими предприятиями.

В 2016 году вышел на проектную мощность подземный рудник «Мир». В конце декабря был добыт миллион тонн алмазной руды. При таких объемах месторождение можно будет отрабатывать еще около 50 лет. С 2001 года добыча открытым способом была прекращена, но работы продолжились — теперь по строительству шахты. Реализованный на руднике проект «сухой консервации» вошел в мировую историю горнорудной промышленности. Первые алмазы из подземки выдали на гора в 2009 году. Сегодня рудник «Мир» — это пять подземных горизонтов. Добыча нефти в 2016 году в Республике Саха (Якутия)

составила 10 млн тонн (рост добычи к уровню аналогичного периода 2015 г.). Перевыполнение плана достигнуто в основном за счет наращивания объемов добычи компанией ООО «Таас-Юрях Нефтегазодобыча» и ОАО «Сургутнефтегаз». Рост угледобычи обеспечен за счет реализации инвестиционных проектов ГОК «Инаглинский», ГОК «Денисовский» и освоения Эльгинского угольного комплекса.

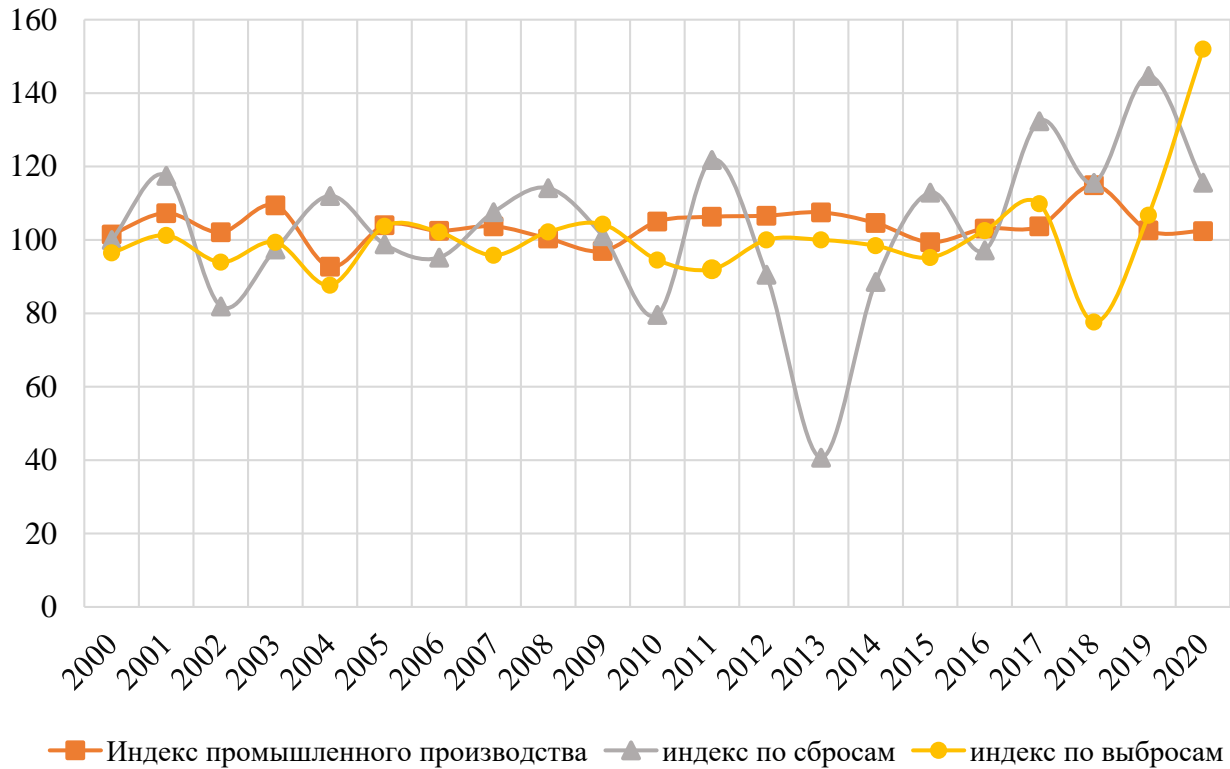


Рис. 6. Динамика показателей с 2000 по 2020 год по Забайкальскому краю ($r_1 = (-) 0,15$; $r_2 = (-) 0,18$)

Fig. 6. Dynamics of indicators from 2000 to 2020 in the Zabaykalsky Krai ($r_1 = (-) 0,15$; $r_2 = (-) 0,18$)

Источник: составлено авторами
Source: compiled by the authors

В Забайкальском крае наибольший ущерб для атмосферы вносят предприятия по обеспечению электрической энергией, газом и паром; кондиционированию воздуха; по добыче полезных ископаемых; обрабатывающих производств.

Если проанализировать общую тенденцию (рис. 6) по состоянию поверхностных вод, а именно по качеству воды, которое с 2018 года только улучшается, независимо от количества сброшенных сточных вод, то можно отследить позитивную тенденцию. Следовательно, в крае количество очищенных сточных вод растет. Выводы крайне обобщенного характера, поскольку портал Правительства Забайкальского края находится в настоящее время на реконструкции и данных по Забайкальскому краю мало.

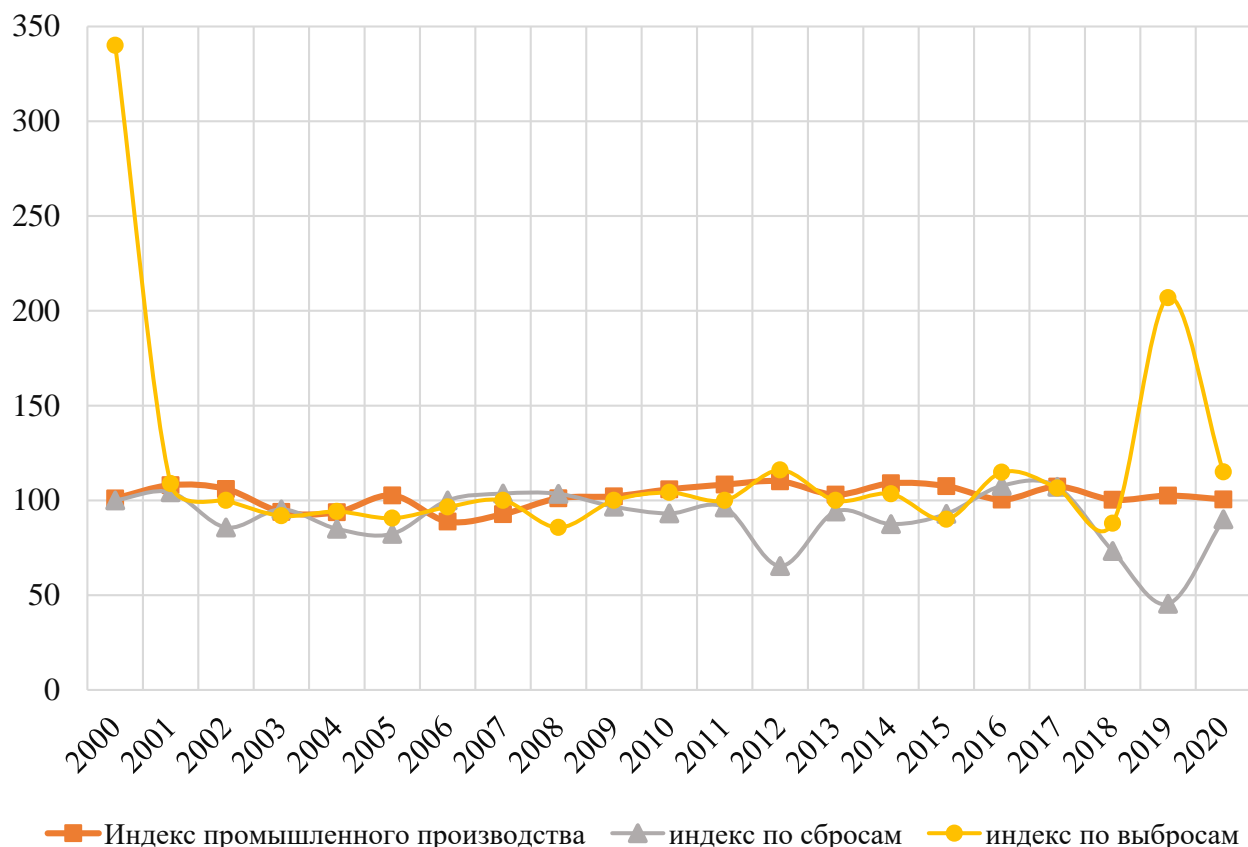


Рис. 7. Динамика показателей с 2000 по 2020 год по Магаданской области ($r_1 = (-) 0,16$; $r_2 = 0,02$)

Fig. 7. Dynamics of indicators from 2000 to 2020 in the Magadan Oblast ($r_1 = (-) 0,16$; $r_2 = 0,02$)

Источник: составлено авторами

Source: compiled by the authors

Вклад в выбросы от стационарных источников предприятиями теплоэнергетики Магаданской области составляет более половины. Вклад автотранспорта в суммарные выбросы составляет практически половину от общего количества.

В структуре использования воды в зависимости от видов экономической деятельности Магаданской области первое место занимают предприятия, осуществляющие добычу металлических руд (золота, серебра) — практически 50 %.

По основным видам деятельности в Магаданской области объем сточных вод, сбрасываемый в поверхностные водные объекты по сравнению с 2018 г. изменился следующим образом (рис. 7): по деятельности, связанной с добычей руд и песков драгоценных металлов (золота, серебра и металлов платиновой группы), увеличился на 30 %; по деятельности предприятий электроэнергетики незначительно уменьшился; по сбору, очистке и распределению воды сократился на 5 %.

Объем сброса загрязненных сточных вод по сравнению с 2018 г. сократился значительно. Объем загрязненных без очистки сточных вод незначительно увеличился по сравнению с предыдущим годом. Объем недостаточно очищенных вод снизился. Объем сброса нормативно-чистых (без очистки) сточных вод уменьшился. Из общего объема сбрасываемых сточных вод более половины составляют нормативно-чистые воды, около 6 % — загрязненные без очистки, около 5% — загрязненные недостаточно очищенные, 36 % — нормативно очищенные. Объем сброса загрязненных сточных вод в 2020 году по сравнению с 2019 г. сократился и составил 4,53 млн м³ (рис. 7). Объем загрязненных без очистки сточных вод не изменился по сравнению с предыдущим годом. Объем недостаточно очищенных вод снизился на 0,34 млн м³ и составил 1,85 млн м³. Также уменьшился объем сброса нормативно-чистых (без очистки) сточных вод.

По основным видам деятельности в Магаданской области объем сточных вод, сбрасываемый в поверхностные водные объекты, по сравнению с 2019 г. изменился следующим образом: по деятельности, связанной с добычей руд и песков драгоценных металлов (золота, серебра и металлов платиновой группы), незначительно уменьшился; по деятельности предприятий электроэнергетики уменьшился на 20 %.

Оценивая в целом состояние воздушной среды в области, следует отметить, что несмотря на возросшее число автотранспорта, эксплуатацию малых предприятий и котельных, не оснащенных воздухозащитными технологиями, интенсивность воздействия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на здоровье населения на территории Магаданской области незначительна, главным образом из-за малого количества крупных промышленных предприятий, низкой плотности населения области и обширных лесов.

Учитывая расходы на мероприятия, связанные с охраной водных объектов (включая строительство очистных сооружений и отстойников), на которые затрачено более 32 млн руб., состояние водных ресурсов Магаданской области улучшается за счет уменьшения сброса загрязненных сточных вод.

На рисунке 5 представлена динамика показателей по Приморскому краю.

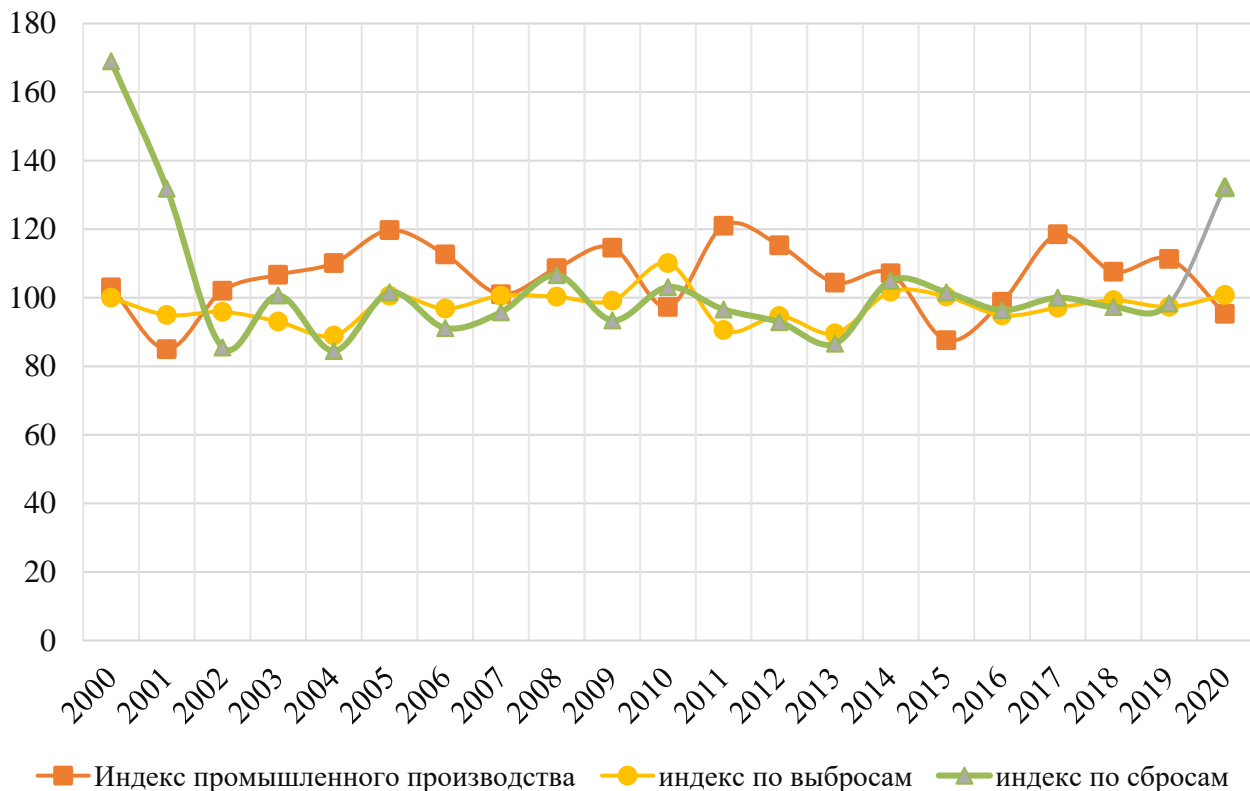


Рис. 8. Динамика показателей с 2000 по 2020 год по Приморскому краю ($r_1 = (-) 0,25$; $r_2 = (-) 0,38$)

Fig. 8. Dynamics of indicators from 2000 to 2020 in the Primorsky Krai ($r_1 = (-) 0,25$; $r_2 = (-) 0,38$)

Источник: составлено авторами

Source: compiled by the authors.

Основными источниками выбросов загрязняющих веществ на территории Приморского края являются: автомобильный транспорт, железнодорожный транспорт, предприятия теплоэлектроэнергетики, градообразующие объекты промышленности. По Приморскому краю крайне сложно отследить общую динамику состояния воздушной среды за счет влияния на нее различных факторов. К таким факторам можно отнести высокую (выше, чем в среднем по ДФО) плотность населения, которая требует большего количества котельных, а также переход котельных на другой вид топлива, что также отражается на количестве и составе выбросов. Уменьшение выбросов загрязняющих веществ в

атмосферный воздух в 2011 году по сравнению с 2010 годом связано с реализацией предприятиями края мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ, в том числе по переводу на газ котельного оборудования Владивостокской ТЭЦ-2 ОАО «ДГК» (рис. 8).

Также с 01.01.2019 введена новая система нормирования хозяйствующих субъектов по объектам, оказывающим негативное воздействие на окружающую среду и отнесенным в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 28.09.2015 № 1029 к объектам I, II, III и IV категорий. На этом основании в 2019 году выдано только 4 разрешения для объектов I категории. Для остальных категорий такие разрешения не нужны. Это также повлияло на поступление загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Одним из крупнейших загрязнителей воздушной среды — КГУП «Примтеплоэнерго» — в 2020 году принимались следующие меры по снижению выбросов в атмосферный воздух: проведение режимно-наладочных работ на котельном оборудовании с целью оптимизации процесса горения топлива; установка автоматизированных модульных котельных, оснащенных автоматикой и имеющих более высокий КПД; ремонт газоочистного оборудования котельных; проведение мониторинга выбросов вредных веществ в атмосферу.

Стивидорными компаниями продолжается реализация планов природоохранных мероприятий на 2017–2020 годы по предотвращению загрязнения угольной пылью окружающей среды при перевалке угля на общую сумму свыше 5 млрд рублей за счет собственных средств.

На рисунке 9 представлена динамика показателей по Хабаровскому краю.

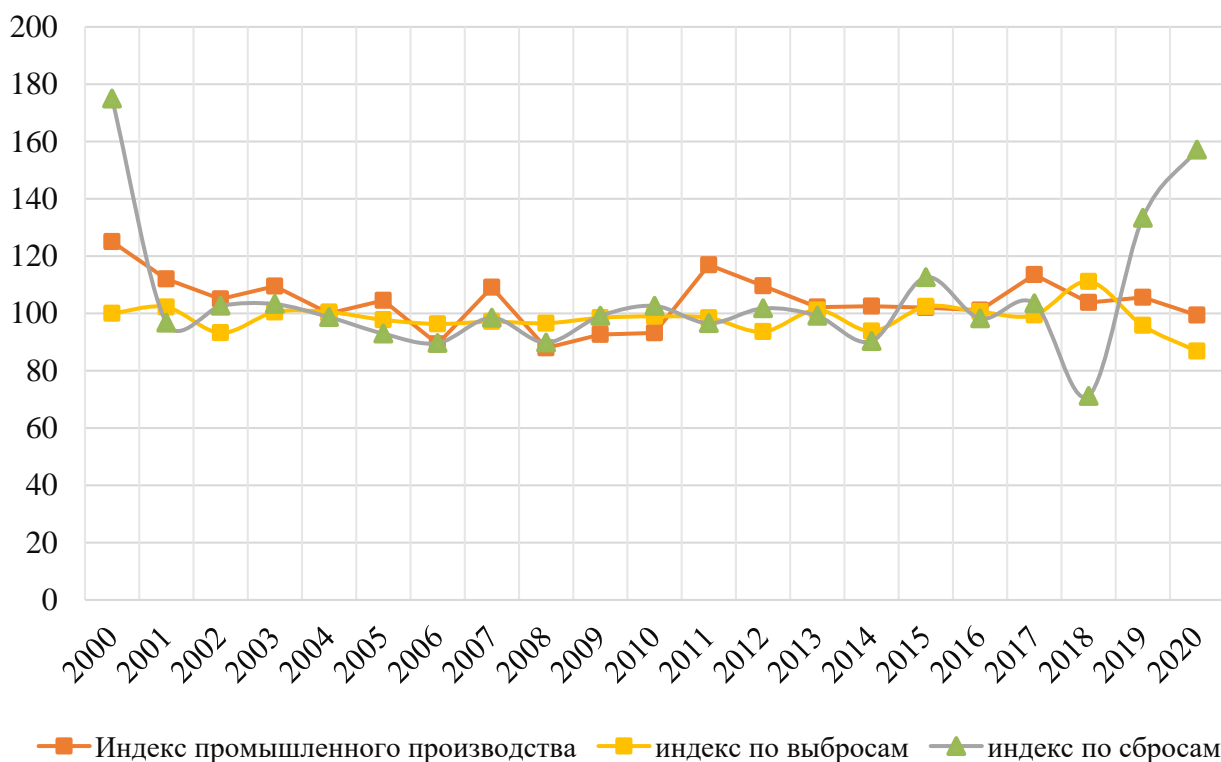


Рис. 9. Динамика показателей с 2000 по 2020 год по Хабаровскому краю ($r_1 = 0,12$; $r_2 = 0,39$)

Fig. 9. Dynamics of indicators from 2000 to 2020 in the. KhabarovskKrai ($r_1 = 0,12$; $r_2 = 0,39$)

Источник: составлено авторами

Source: compiled by the authors

По данным графика с рисунка 9, а также на основе проведенного анализа в 2018 году произошло увеличение сброса загрязненных сточных вод, что преимущественно было обусловлено увеличением сброса шахтной воды АО «Ургалуголь» п. Чегдомын Верхнебуреинского района, АО «Многовершинное» п. Многовершинный Николаевского района, а также увеличением сброса загрязненных, недостаточно очищенных сточных вод МУП «Водоканал» (г. Хабаровск).

Увеличение сброса нормативно очищенных сточных вод произошло за счет таких предприятий, как: ООО «Трансбункер-Ванино», ООО «Ресурсы Албазино», артель старателей «Ниман» (содержание загрязняющих веществ в сточных водах указанных предприятий в 2018 году не превышало допустимые значения, установленные разрешительными документами). В разрезе групп по видам экономической деятельности наибольшие объемы сброса загрязненных сточных вод осуществляются предприятиями жилищно-коммунального хозяйства, относящимися к группе «водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов» — 65 % от общего использования воды по краю и предприятиями, относящимися к группе «добыча полезных ископаемых» — 21 % [52].

В 2020 году (рис. 9), значительно уменьшилось количество сточных вод. Одной из причин указанного является сокращение сброса сточных вод АО «Ургалуголь» п. Чегдомын Верхнебуреинского района в связи с вводом в эксплуатацию новых очистных сооружений карьерных и сточных вод разреза "Правобережный" и ликвидацией выпуска сточных вод, сбрасываемых без очистки.

Основной вклад в суммарные выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников вносили предприятия следующих видов экономической деятельности: добычи угля, металлургического производства, добычи металлических руд, производства кокса и нефтепродуктов, обеспечения электрической энергией, газом и паром.

Основной вклад в выбросы от стационарных источников вносят СП «Комсомольская ТЭЦ 2» АО ДГК филиала «Хабаровская генерация», ООО «РН Комсомольский НПЗ», ОАО «Амурметалл», ПАО «АЗС». Источники загрязнения атмосферы города: котельные, предприятие ОАО «Ургалуголь», предприятие электроэнергетики — СП «Николаевская ТЭЦ». Индекс промышленного производства (добывающие и обрабатывающие производства, производство электроэнергии, газа и воды) за 2011 год вырос по отношению к 2010 году (а также по общей тенденции за последние несколько лет). Возобновился рост добычи полезных ископаемых, сохраняется тенденция роста в обрабатывающих производствах, в производстве и распределении электроэнергии, газа и воды. Продолжился рост производства в лесозаготовках и рыболовстве.

На рис. 10 представлена динамика показателей по Еврейской автономной области.

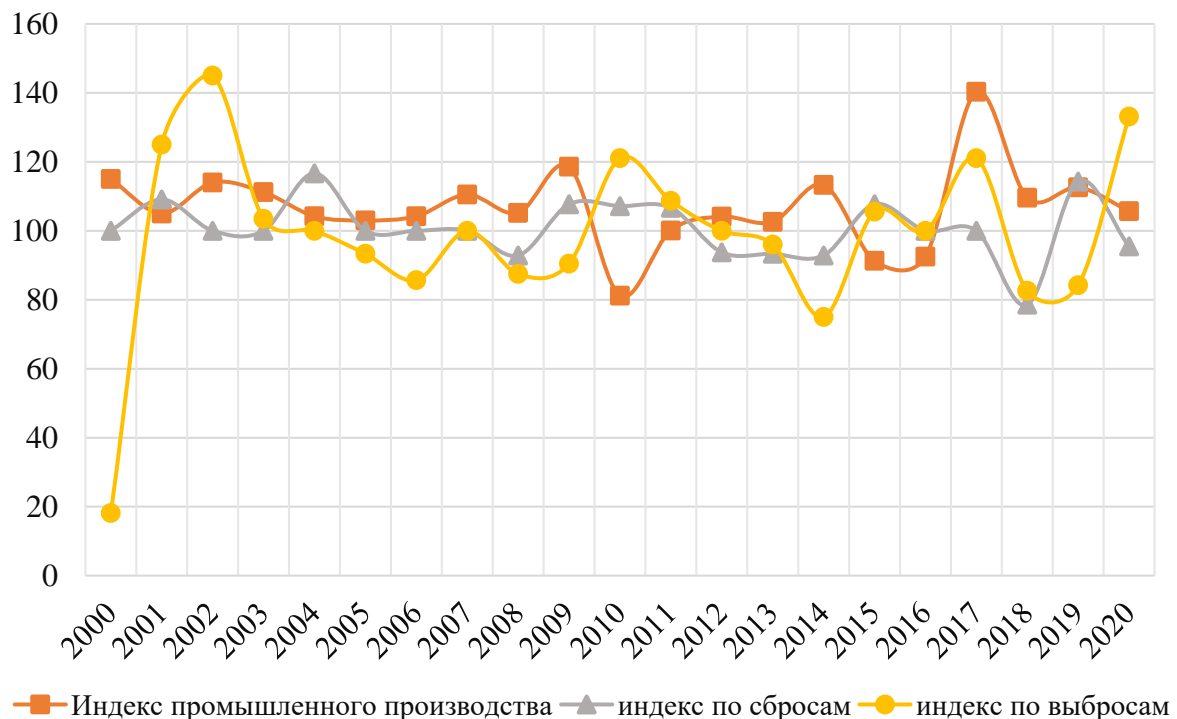


Рис. 10. Динамика показателей с 2000 по 2020 год по Еврейской автономной области ($r_1 = (-) 0,14$; $r_2 = (-) 0,12$)

Fig. 10. Dynamics of indicators from 2000 to 2020 in the Jewish Autonomous Oblast

Источник: составлено авторами
Source: compiled by the authors

В промышленное производство области включены следующие виды экономической деятельности: добыча полезных ископаемых, обрабатывающие производства, производство и распределение электроэнергии, газа и воды. В обрабатывающих производствах наибольший удельный вес занимают производство прочих неметаллических минеральных продуктов, обработка древесины и производство изделий из дерева, производство пищевых продуктов, текстильное и швейное производство, производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования.

В общем плане начиная с 1999 года в Еврейской автономной области (ЕАО) отмечается рост промышленного производства (рис. 10). В 2020 году наблюдался рост объемов производства железорудного концентрата Кимкано-Сутарского горно-обогатительного комбината — одного из основных загрязнителей воздушной среды в ЕАО — а следовательно, и рост объема выбросов в области.

На графике (рис. 10) виден, с одной стороны, заметный спад индекса промышленного производства, с другой — небольшой рост выбросов. Следовательно, можно сделать вывод о том, что произошел спад производства в обработке древесины, работах по пропитке железнодорожных шпал.

В 2017 году, как видим из рис. 10, наблюдается рост промышленного производства. Это произошло в основном за счет горнодобывающих производств, занимающихся добычей полезных ископаемых, а также обрабатывающей промышленности, в частности производства цемента, готовых металлических изделий.

В 2014 году среднегодовой выброс загрязняющих веществ значительно уменьшился. Сокращение выбросов было достигнуто за счет установки на предприятиях нового пылегазоочистного оборудования, а также использования качественного угля с меньшей зольностью.

Уменьшение сброса сточных вод в 2018 году можно охарактеризовать следующим образом: незначительно уменьшилось количество сточных вод без очистки и объем сточных вод, имеющих загрязняющие вещества, а также значительно выросло количество сброшенной сточной воды, очищенной до нормативных значений. При этом в 2017 году сточная вода, очищенная до нормативных значений, не поступала в поверхностные водоемы.

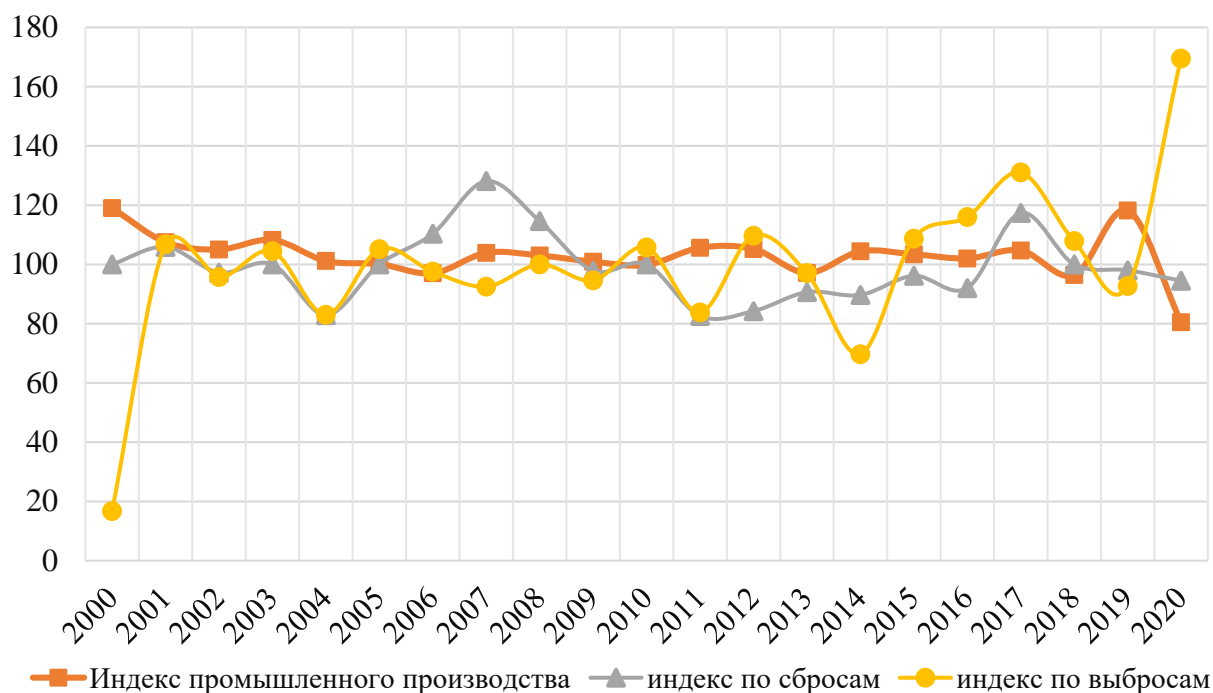


Рис. 11. Динамика показателей с 2000 по 2020 год по Камчатскому краю ($r_1 = 0,06$; $r_2 = (-) 0,71$)

Fig. 1. Dynamics of indicators from 2000 to 2020 in the Kamchatka Krai ($r_1 = 0,06$; $r_2 = (-) 0,71$)

Источник: составлено авторами

Source: compiled by the authors

В Камчатском крае (рис. 11) отсутствуют химические, металлургические, машиностроительные и иные опасные производства. Промышленность представлена предприятиями рыбопромышленного, топливно-энергетического, горнодобывающего и агропромышленного комплексов.

По данным Камчатстата, в 2014 году на долю предприятий по производству и распределению электроэнергии, газа и воды приходилось более 70 % от всех фактических выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников, на втором месте по выбросам была добыча полезных ископаемых (до 7 %). Наибольший вклад в загрязнение атмосферы вносят предприятия ОАО «Камчатскэнерго», ОАО «Корякэнерго», ОАО «Южные электрические сети Камчатки», имеющие тепловые станции и многочисленные котельные, в том числе работающие на твердом топливе. С переводом камчатских ТЭЦ на природный газ Кшукского и Нижнекваччинского месторождений по указанным предприятиям наблюдается снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу с 2011 по 2014 год. Кроме того, перевод ТЭЦ на природный газ позволил исключить из выбросов в атмосферу от этих предприятий такие вредные вещества, как сернистый ангидрид, пятиокись ванадия, мазутную золу, а также уменьшить выбросы и концентрации оксида и диоксида азота. В 2014 году природопользователями выполнено 7 природоохранных мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, из которых наиболее значимыми являются следующие (на общую сумму более 700 млн рублей): установка для пылеподавления на дробильных установках в ОАО «Камчатскстройматериалы»; перевод на природный газ котельной № 1 (11 км) ОАО «Камчатскэнерго «Коммунальная энергетика»; перевод на газ котельных № 2 и № 4 в г. Елизово филиала ОАО «Камчатскэнерго» «Коммунальная энергетика», отделения «Теплоэнерго» г. Елизово; Статистический анализ подтверждает эффективность указанных природоохранных мероприятий. Так, нами была установлена статистически значимая высокая¹ взаимосвязь между динамикой развития промышленного производства и объемами выбросов в атмосферу загрязняющих веществ, однако характер данной взаимосвязи был отрицательным ($r = -0,71$, связь), т.е. с ростом объемов производства, объемы выбросов сокращались.

Основными источниками антропогенного загрязнения приземного слоя атмосферы в населенных пунктах Камчатского края являются предприятия топливно-энергетического комплекса и автотранспорт: на долю последнего в 2017 году пришлось более 50 % от суммарных фактических выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от всех учтенных источников загрязнения (с 2014 по 2016 год). При этом в 2017 году, по сравнению с 2016 годом, наблюдалось увеличение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников на треть. Однако увеличение количества выбросов в атмосферу в 2017 году можно связать с увеличением доли предприятий в сфере добычи природных ископаемых.

Большая часть загрязненных сточных вод сбрасывается без очистки. Существенно, на треть за год, возросли сбросы как загрязненных сточных вод, так и сточных вод, сбрасываемых без очистки (на 42 %).

При этом на мероприятия, связанные с охраной водных объектов (включая строительство очистных сооружений и отстойников), затрачено более 32 млн руб.

Хочется отметить, что в объемах промышленного производства Российской Федерации доля Камчатского края незначительна и в 2019 году составила 0,2 %; по Дальневосточному федеральному округу — 4,5 %. Рост экономики увеличивается за счет объемов обрабатывающей промышленности, производства продукции сельского хозяйства, оборота розничной торговли и общественного питания, платных услуг населению, грузооборота морского транспорта, инвестиций в основной капитал.

Заключение

Представленный выше анализ позволяет сделать вывод о наличии взаимосвязи между темпами промышленного производства и интенсивностью его воздействия на окружающую среду на Дальнем Востоке. Так, несмотря на то, что статистически значимая зависимость между рассматриваемыми в исследовании процессами была получена только для двух регионов ДВО (Чукотского автономного округа (между темпами развития промышленного производства и объемами сбросов) и Камчатского края (между темпами развития промышленного производства и выбросами загрязняющих веществ), графический и сравнительный анализ обобщенных в работе данных также косвенно подтверждает состоятельность апробированной гипотезы. По нашему мнению, в перспективе необходим дальнейший сбор аналитического материала для более глубокой и точной оценки. При этом, по нашему мнению,

¹ По шкале Чеддока.

отсутствие корреляции может свидетельствовать, с одной стороны, об экологической модернизации промышленного производства или реализации природоохранных мероприятий; с другой — напротив, о низкой экологической эффективности производства, приводящей к опережающему росту выбросов и сбросов при увеличении объемов производства.

Также результаты исследования позволили выделить 3 группы субъектов ДФО, учитывающие динамику промышленного производства отдельного субъекта Федерации и его воздействия на биосферу: 1) Сахалинская область, Чукотский автономный округ, Магаданская область, Еврейская автономная область и Камчатский край; 2) Республика Бурятия и Амурская область, Республика Саха (Якутия), Забайкальский край и Хабаровский край; 3) Приморский край.

Анализ статистической информации по показателям динамики промышленного производства и интенсивности его воздействия на окружающую среду позволил определить взаимосвязь между технико-экономическими и экологическими показателями ДФО. При этом исследования динамики темпов промышленного производства и интенсивности его воздействия на окружающую среду проводились в границах ДФО по состоянию на 2023 год.

Список литературы

1. Привалова Н. М., Булаев С. С. Экологический аспект производства консервной продукции // Научные труды КубГТУ. 2019. № 3. С. 922–930.
2. Привалова Н. М., Двядненко М. В., Булаев С.С. Анализ и разработка мероприятий в области охраны атмосферного воздуха консервного производства // Научные труды КубГТУ. 2019. № 3. URL: <https://ntk.kubstu.ru/data/mc/0063/2618.pdf> (дата обращения: 10.03.2023).
3. Доненко А. П., Короткова Т.Г. Характеристика рисоперерабатывающего предприятия как источника загрязнения атмосферного воздуха // Научные труды КубГТУ. 2016. № 11. URL: <https://ntk.kubstu.ru/data/mc/0032/1182.pdf> (дата обращения: 09.03.2023).
4. Катола В. М. Об экологической обстановке в Амурской области и ее последствиях за последние десять лет (краткий обзор) // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2019. № 73. С. 134–140. DOI: 10.36604/1998-5029-2019-73-134-140
5. Хурья Г. Х. Промышленное производство и экология среды: аспекты взаимовлияния // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2021. № 9–1 (60). С. 54–57. DOI: 10.24412/2500-1000-2021-9-1-54-57
6. Филиппова К. В. Анализ состояния окружающей среды Дальнего Востока России // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2018. № 2. С. 6–8.
7. Палкина Д. С. Обработывающие производства и здоровье населения в регионах базирования: к поиску взаимосвязи // Вопросы территориального развития. 2022. Т. 10. № 2. С. 1–13. DOI: 10.15838/tdi.2022.2.62.6
8. Бондаренко Л. В., Маслова О. В., Белкина О. В., Сухарева К. В. Глобальное изменение климата и его последствия // Вестник Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова. 2018. № 2 (98). С. 54–59. DOI: 10.21686/2413-2829-2018-2-84-93
9. Светлов Н. М., Сиптиц С. О., Романенко И. А., Евдокимова Н. Е. Влияние изменения климата на размещение отраслей сельского хозяйства России // Проблемы прогнозирования. 2019. № 4. С. 59–74.
10. Филатова К. А. Воздействие промышленного производства на окружающую среду // Вестник МНЭПУ. 2021. № S1. С. 186–190.
11. Удалая Д. В. Воздействие промышленного производства и автомобильного транспорта на окружающую среду. Основные пути снижения этого воздействия // Экологическое образование в интересах устойчивого развития : материалы ежегод. науч.-практ. конф. 2016. Т. 2. С. 569–577.
12. Марченко К. П., Шелухина А. В. Воздействие производственных процессов на окружающую среду // Экономика и управление: анализ тенденций и перспектив развития. 2014. № 13. С. 171–176.
13. Kang D., Byun J., Han J. Environmental impact analysis of steelmaking off-gases on methanol production // Energy. 2023. Vol. 277. DOI: 10.1016/j.energy.2023.127603.
14. Liu Y., Wei Y., Liu G., Fu B., Chen B., Zhang J., Gui L., Zhou H., Lu M. Fine chemical speciation and environmental impact capacity of trace elements with different enrichment levels in coal // Science of The Total Environment. 2023. Vol. 856. № 1. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.158928.
15. Zeng P., Liang L., Duan Z. Ecological and environmental impacts of mineral exploitation in urban agglomerations // Ecological Indicators. 2023. Vol. 148. DOI: 10.1016/j.ecolind.2023.110035.
16. Ляпунов М. Ю. Оценка воздействия горного производства на окружающую среду на примере Покровского золоторудного месторождения // Вестник Амурского государственного университета. Серия: Естеств. и эконом. науки. 2015. № 71. С. 123–132.
17. Саксин Б. Г., Бубнова М. Б. Региональное воздействие горного производства на окружающую среду: состояние изученности и проблемы мониторинга // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2007. № S9. С. 443–451.

18. Фадеичев А. Ф., Хохряков А. В., Гревцев Н. В., Цейтлин Е. М. Динамика негативного воздействия на окружающую среду на разных стадиях горного производства // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2012. № 1. С. 39–46.
19. Королев М. С. Воздействие нефтегазового производства на окружающую среду // Репутациология. 2016. № 4 (42). С. 26–30.
20. Данилин О. Е., Пряхин В. В., Ситдииков Ф. Р., Данилин О. Е. Воздействие нефтепромышленного комплекса на окружающую среду // Новый университет. Серия: Технические науки. 2016. № 10–11 (56–57). С. 38–44. DOI 10.15350/2221-9552.2016.10-11
21. Парамеев А. Г. Эколого-экономическая оценка модернизации производства фильтрующего материала // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. 2017. № 1. С. 88–96. DOI 10.15593/24111678/2017.01.07
22. Айгишева Т. О., Исхакова А. Т. Экологизация ООО трест "Башнефтепромстрой" г. Нефтекамск Республики Башкортостан как составляющая процесса технической модернизации // Вестник современных исследований. 2017. № 2–1 (5). С. 6–11.
23. Галкин Ю. Л., Уласовец Е. А., Селицкий Г. А., Ермаков Д. В. Замкнутая система водоснабжения промышленного предприятия // Водоочистка. 2009. № 9. С. 37–41.
24. Елтошкина Н. В., Юндунов Х. И. Техногенное воздействие горного производства на окружающую среду и проблемы утилизации отходов // Естественные и технические науки. 2018. № 3 (117). С. 51–59.
25. Ефимов В. И., Сидоров Р. В., Корчагина Т. В. Образование отходов производства от предприятий угольной отрасли на территории Кемеровской области // Уголь. 2015. № 12 (1077). С. 73–76. DOI 10.18796/0041-5790-2015-12-73-76
26. Шарова О. А., Бармин А. Н. Экологический мониторинг на полигонах твердых бытовых и промышленных отходов // Научные ведомости БелГУ. Сер. Естеств. науки. 2013. № 3 (146). С. 166–169.
27. Фалькова Г. Н., Малахов С. М. Экономико-организационный механизм концептуального подхода в сфере обращения с отходами // Актуальные вопросы экономических наук. 2009. № 5–3. С. 195–201.
28. Хайрутдинов М. М., Кузиев Д. А., Копылов А. Б., Головин К. А. Техногенные отходы в закладочных смесях — путь снижения воздействия на экологию // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2022. № 1. С. 152–164. DOI 10.46689/2218-5194-2022-1-1-152-164
29. Xiong L., Jing B., Chen M., Zheng X., Wu W. Comprehensive environmental impact assessment of plastic film mulching with emphasis on waste disposal of discarded plastic film in sunflower production // Journal of Cleaner Production. 2023. Vol. 404. DOI: 10.1016/j.jclepro.2023.136979.
30. Минибаев Р. Р., Корчагина Т. В., Новикова Я. А. К вопросу переработки отходов горного производства предприятиями Кузбасса // Уголь. 2016. № 8 (1085). С. 121–123. DOI: 10.18796/0041-5790-2016-8-121-123
31. Шардакова Ю. А. Анализ технологий получения техногенных грунтов на основе отходов нефтегазодобывающей отрасли в России и Пермском крае // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. 2022. Т. 1. С. 163–167.
32. Koch M., Spierling S., Venkatachalam V., Endres H., Owsianiak M., Blikra Vea E., Daffert C., Neureiter M., Fritz I. Comparative assessment of environmental impacts of 1st generation (corn feedstock) and 3rd generation (carbon dioxide feedstock) PHA production pathways using life cycle assessment // Science of the Total Environment. 2023. Vol. 863. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.160991.
33. Батова К. Э., Краснослободцева А. Е., Заболотских В. В. Оптимизация и мониторинг системы управления и утилизации отходов лакокрасочных материалов в г. о. Тольятти // Карельский научный журнал. 2015. № 1 (10). С. 92–95.
34. Пугин К. Г., Вайсман Я. И., Бояршинов М. Г. Математическое моделирование эмиссии тяжелых металлов в водные объекты из строительных материалов, полученных на основе отходов производства // Вестник МГСУ. 2016. № 1. С. 105–117.
35. Потапов Д. С., Светлов А. В., Потапов С. С., Меньшиков Ю. П., Нестеров Д. П., Макаров Д. В. Экспериментальное моделирование процессов выветривания разновозрастных шлаков медно-никелевого производства // Минералогия техногенеза. 2013. № 14. С. 38–49.
36. Штенске К. С., Парамонова О. Н. Физическая модель процесса снижения загрязнения окружающей среды твердыми отходами производства на примере литейного цеха // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2020. № 1 (31). С. 50–55.
37. Zhang J., Tian X., Chen W., Geng Y., Wilson J. Measuring environmental impacts from primary and secondary copper production under the upgraded technologies in key Chinese enterprises // Environmental Impact Assessment Review. 2022. Vol. 96. DOI: 10.1016/j.eiar.2022.106855.
38. Серая О. А. Устойчивое развитие промышленного комплекса региона: вопросы и направления исследования // Известия Дальневосточного федерального университета. Экономика и управление. 2015. № 4 (76). С. 3–16.
39. Шевцов М. Н., Александрова Л. Н., Махинов А. Н. // Ученые заметки ТОГУ. 2013. Т. 4. № 4. С. 1768–1775.
40. Романовская Д. П., Шевцов М. Н., Махинов А. Н. Обеспечение безопасности при строительстве и эксплуатации нефтегазового комплекса в ДВ регионе // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. 2015. № 1. С. 225–228.

41. Пыстина, Н. Б., Ильякова Е. Е., Бухгалтер Э. Б. Экологические аспекты развития газохимических производств в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке // Территория Нефтегаз. 2010. № 2. С. 74–77.
42. Злобина В. Л., Медовар Ю. А., Юшманов И. О. Источники загрязнения подземных вод в зоне активного водообмена // Восточно-Европейский научный журнал. 2018. № 2–2 (30). С. 4–16.
43. Бубнова М. Б., Озарян Ю. А. Геоэкологическая оценка региональных природно-горнотехнических систем на юге Дальнего Востока // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2012. № 5. С. 189–196.
44. Щелканов Н. С. Исследование плодородия почв после проведения горнотехнического этапа рекультивации на разрезе «Восточный» // Вестник Читинского государственного университета. 2008. № 4 (49). С. 134–139.
45. Волосникова Г. А., Андреева Т. И. Поиск путей утилизации отходов обогащения угля (на примере обогатительной фабрики "Нерюнгринская" АО ХК "Якутуголь") // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. 2019. № 1–2. С. 283–286.
46. Карягина Т. Ю. Эколого-экономическое обоснование вовлечения в разработку техногенного месторождения золотосодержащих лежалых хвостов // Рациональное освоение недр. 2019. № 5. С. 72–76. DOI: 10.26121/RON.2019.76.60.017
47. Размахнин К. К. Перспективы применения цеолитсодержащих пород Восточного Забайкалья для комплексного обеспечения экологической безопасности горнодобывающих предприятий // Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. 2019. Т. 6. № 2. С. 224–229. DOI: 10.15372/FPVGN2019060238
48. Афанасьев С. М. Экологическая ситуация в Республике Саха (Якутия) и перспективные направления повышения социальной ответственности крупного бизнеса в условиях интенсивного освоения Арктики // Экономика Востока России. 2016. № 1 (5). С. 66–73.
49. Степанько Н. Г., Лозовская С., Мошков А. В., Шведов В. Г. Экологическая ситуация и общественное здоровье в арктической зоне Дальнего Востока // Московский экономический журнал. 2022. Т. 7. № 5. DOI: 10.55186/2413046X_2022_7_5_302
50. Цибудеева Д. Ц., Рыбкина И. Д. Оценка антропогенной нагрузки на водосборные территории речных бассейнов Республики Бурятия // Мир науки, культуры, образования. 2014. № 2 (45). С. 405–410.
51. Катола В.М. Об экологической обстановке в Амурской области и ее последствиях за последние десять лет (краткий обзор). Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2019. № 73. С. 134–140. DOI: 10.36604/1998-5029-2019-73-134-140.
52. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Хабаровского края в 2018 году. Хабаровск: ГРАНДЭКСПРЕСС, 2019. 256 с.

References

1. Privalova N. M., Bulaev S. S. Ecological aspect of canning production. *Nauchnye trudy KubGTU* [Scientific Works of the Kuban State Technological University]. 2019. No 3. Pp. 922–930. (In Russ.)
2. Privalova N. M., Dvadenko M. V., Bulaev S. S. Analysis and development of measures in the field of atmospheric air protection of canning production. *Nauchnye trudy KubGTU* [Scientific Works of the Kuban State Technological University]. 2019. No 3. Pp. 931–937. Available at: <https://ntk.kubstu.ru/data/mc/0063/2618.pdf> (accessed: 10.03.2023). (In Russ.)
3. Donenko A. P., Korotkova T. G. Characteristics of a meat processing enterprise as a source of atmospheric air pollution. *Nauchnye trudy KubGTU* [Scientific Works of the Kuban State Technological University]. 2016. No 11. Available at: <https://ntk.kubstu.ru/data/mc/0032/1182.pdf> (accessed: 09.03.2023). (In Russ.)
4. Katola V. M. About the ecological situation in the Amur region and its consequences over the past ten years (a brief overview). *Byulleten fiziologii i patologii dyxaniya* [Bulletin of physiology and pathology of respiration]. 2019. No 73. Pp. 134–140. DOI: 10.36604/1998-5029-2019-73-134-140. (In Russ.)
5. Hurya G.H. Industrial production and environmental ecology: aspects of mutual influence. *Mezhdunarodnyj zhurnal gumanitarnyx i estestvennyx nauk* [International Journal of Humanities and Natural Sciences]. 2021. No 9–1 (60). Pp. 54–57. DOI: 10.24412/2500-1000-2021-9-1-54-57. (In Russ.)
6. Filippova K. V. Analysis of the state of the environment of the Russian Far East. *Mezhdunarodnyj zhurnal gumanitarnyx i estestvennyx nauk* [International Journal of Humanities and Natural Sciences]. 2018. No 2. Pp. 6–8. (In Russ.)
7. Palkina D. S. Manufacturing industries and public health in the home regions: to search for the relationship. *Voprosy territorialnogo razvitiya* [Territorial development issues]. 2022. Vol. 10. No 2. Pp. 1–13. DOI: 10.15838/tdi.2022.2.62.6. (In Russ.)
8. Bondarenko L. V., Maslova O. V., Belkina O. V., Suhareva K. V. Global climate change and its consequences. *Vestnik Rossijskogo ekonomicheskogo universiteta im. G.V. Plekhanova* [Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics]. 2018. No 2 (98). Pp. 54–59. (In Russ.)
9. Svetlov N. M., Sipticz S. O., Romanenko I. A., Evdokimova N. E. The impact of climate change on the location of agricultural sectors in Russia. *Problemy prognozirovaniya* [Studies on Russian Economic Development]. 2019. No 4. Pp. 59–74. (In Russ.)
10. Filatova K. A. The impact of industrial production on the environment. *Vestnik MNEPU* [Bulletin of the Independent Ecological and Political Science University]. 2021. No S1. Pp. 186–190. (In Russ.)

11. Udalaya D. V. The impact of industrial production and road transport on the environment. The main ways to reduce this impact. *Ekologicheskoe obrazovanie v interesah ustojchivogo razvitiya : materialy ezhegod. nauch.-prakt. konf.* [Environmental education for sustainable development : annual materials. scientific and practical conference]. 2016. Vol. 2. Pp. 569–577. (In Russ.)
12. Marchenko K. P., Sheluxina A. V. Environmental impact of production processes. *Ekonomika i upravlenie: analiz tendencij i perspektiv razvitiya* [Economics and management: analysis of trends and development prospects]. 2014. No 13. Pp. 171–176. (In Russ.)
13. Kang D., Byun J., Han J. Environmental impact analysis of steelmaking off-gases on methanol production. *Energy*. 2023. No 277. DOI: 10.1016/j.energy.2023.127603.
14. Liu Y., Wei Y., Liu G., Fu B., Chen B., Zhang J., Gui L., Zhou H., Lu M., 2023. Fine chemical speciation and environmental impact capacity of trace elements with different enrichment levels in coal. *Science of The Total Environment*. Vol. 856. No 1. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.158928.
15. Zeng P., Liang L., Duan Z., 2023. Ecological and environmental impacts of mineral exploitation in urban agglomerations. *Ecological Indicators*. No 148. DOI: 10.1016/j.ecolind.2023.110035.
16. Lyapunov M. Yu. Assessment of the impact of mining on the environment on the example of the Pokrovsky gold deposit. *Vestnik Amurskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye i ekonomicheskie nauki* [Bulletin of the Amur State University. Series: Natural and Economic Sciences]. 2015. No 71. Pp. 123–132. (In Russ.)
17. Saksin B. G., Bubnova M. B. Regional impact of mining on the environment: state of knowledge and monitoring problems. *Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten* [Mining information and analytical bulletin]. 2007. No S9. Pp. 443–451. (In Russ.)
18. Fadeichev A. F., Khokhryakov A. V., Grevtsev N. V., Zeitlin E. M. Dynamics of negative impact on the environment at different stages of mining production. *Izvestiya vysshix uchebnyx zavedenij. Gornyj zhurnal* [News of higher educational institutions. Mining Magazine]. 2012. No 1. Pp. 39–46. (In Russ.)
19. Korolev M. S. Environmental impact of oil and gas production. *Reputaciologiya* [Reputationology]. 2016. No 4 (42). Pp. 26–30. (In Russ.)
20. Danilin O. E., Pryaxin V. V., Sitdikov F. R., Danilin O. E. The impact of the oil industry on the environment. *Novyj universitet. Seriya: Texnicheskie nauki* [A new university. Series: Technical Sciences]. 2016. No 10–11 (56–57). Pp. 38–44. DOI: 10.15350/2221-9552.2016.10-11. (In Russ.)
21. Parameev A. G. Ecological and economic assessment of the modernization of the production of filter material. *Transport. Transportnye sooruzheniya. Ekologiya* [Transport. Transport facilities. Ecology]. 2017. No 1. Pp. 88–96. DOI: 10.15593/24111678/2017.01.07. (In Russ.)
22. Ajgisheva T. O., Isxakova A. T. Ecologization of LLC trust "Bashneftpromstroy" Neftekamsk of the Republic of Bashkortostan as a component of the process of technical modernization. *Vestnik sovremennyx issledovanij* [Bulletin of Modern Research]. 2017. No 2–1(5). Pp. 6–11. (In Russ.)
23. Galkin Yu. L., Ulasovecz E. A., Seliczkiy G. A., Ermakov D. V. Closed water supply system of an industrial enterprise. *Vodoochistka* [Water treatment]. 2009. No 9. Pp. 37–41. (In Russ.)
24. Eltoshkina N. V., Yundunov X. I. Technogenic impact of mining on the environment and problems of waste disposal. *Estestvennye i texnicheskie nauki* [Natural and technical sciences]. 2018. No 3 (117). Pp. 51–59. (In Russ.)
25. Efimov V. I., Sidorov R. V., Korchagina T. V. Production waste generation from coal industry enterprises in the Kemerovo region. *Ugol* [Coal]. 2015. No 12 (1077). Pp. 73–76. DOI: 10.18796/0041-5790-2015-12-73-76. (In Russ.)
26. Sharova O. A., Barmin A. N. Environmental monitoring at landfills of solid household and industrial waste. *Nauchnyj vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta Estestvennye nauki* [Belgorod State University Scientific Bulletin Natural Sciences]. 2013. No 3 (146). Pp. 166–169. (In Russ.)
27. Falkova G. N., Malaxov S. M. Economic and organizational mechanism of the conceptual approach in the field of waste management. *Aktualnye voprosy ekonomicheskix nauk* [Current issues of economic sciences]. 2009. No 5–3. Pp. 195–201. (In Russ.)
28. Xajrutdinov M. M., Kuziev D. A., Kopylov A. B., Golovin K. A. Technogenic waste in laying mixtures — a way to reduce the impact on the environment. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle* [Proceedings of Tula State University. Earth Sciences]. 2022. No 1. Pp. 152–164. DOI: 10.46689/2218-5194-2022-1-1-152-164. (In Russ.)
29. Xiong L., Jing B., Chen M., Zheng X., Wu We, 2023. Comprehensive environmental impact assessment of plastic film mulching with emphasis on waste disposal of discarded plastic film in sunflower production. *Journal of Cleaner Production*. No 404. DOI: 10.1016/j.jclepro.2023.136979.
30. Minibaev R. R., Korchagina T. V., Novikova Ya. A. On the issue of processing mining waste by Kuzbass enterprises. *Ugol* [Coal]. 2016. No 8 (1085). Pp. 121–123. DOI: 10.18796/0041-5790-2016-8-121-123. (In Russ.)
31. Shardakova Yu. A. Analysis of technologies for obtaining technogenic soils based on waste from the oil and gas industry in Russia and the Perm Region. *Sovremennye tekhnologii v stroitel'stve. teoriya i praktika* [Modern technologies in construction. theory and practice]. 2022. No 1. Pp. 163–167. (In Russ.)
32. Koch M., Spierling S., Venkatachalam V., Endres H., Owsianiak M., Blikra Veia E., Daffert C., Neureiter M., Fritz I. Comparative assessment of environmental impacts of 1st generation (corn feedstock) and 3rd generation (carbon dioxide feedstock) PHA production pathways using life cycle assessment. *Science of the Total Environment*. 2023. Vol. 863. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.160991.

33. Batova K. E., Krasnoslobodceva A. E., Zabolotskix V. V. Optimization and monitoring of the paint and varnish waste management and disposal system in Togliatti. *Karel'skij nauchnyj zhurnal* [Karelian Scientific Journal]. 2015. No 1 (10). Pp. 92–95. (In Russ.)
34. Pugin K. G., Vajsman Ya. I., Boyarshinov M. G. Mathematical modeling of the emission of heavy metals into water bodies from construction materials obtained on the basis of industrial waste. *Vestnik MGSU*. [Bulletin of MGSU]. 2016. No 1. Pp. 105–117. (In Russ.)
35. Potapov D. S., Svetlov A. V., Potapov S. S., Men'shikov YU. P., Nesterov D. P., Makarov D. V. Experimental modeling of weathering processes of copper-nickel slag of different ages. *Mineralogiya texnogeneza* [Mineralogy of technogenesis]. 2013. No 14. Pp. 38–49. (In Russ.)
36. Shtenske K. S., Paramonova O. N. Physical model of the process of reducing environmental pollution by solid production waste on the example of a foundry. *Inzhenerno-stroitel'nyj vestnik Prikaspiya* [Engineering and Construction Bulletin of the Caspian Sea]. 2020. No 1 (31). Pp. 50–55. (In Russ.)
37. Zhang J., Tian X., Chen W., Geng Y., Wilson J. Measuring environmental impacts from primary and secondary copper production under the upgraded technologies in key Chinese enterprises. *Environmental Impact Assessment Review*. 2022. No 96. DOI: 10.1016/j.eiar.2022.106855.
38. Seraya O. A. Sustainable development of the industrial complex of the region: issues and directions of research. *Izvestiya Dalnevostochnogo federal'nogo universiteta. Ekonomika i upravlenie* [Proceedings of the Far Eastern Federal University. Economics and Management]. 2015. No 4 (76). Pp. 3–16. (In Russ.)
39. Shevczov M. N., Aleksandrova L. N., Maxinov A. N. Proceedings of the Far Eastern Federal University. Economics and Management. *Uchenye zametki TOGU* [Scientists notes PNU]. 2013. Vol. 4. No 4. Pp. 1768–1775. (In Russ.)
40. Romanovskaya D. P., Shevczov M. N., Maxinov A. N. Ensuring safety during the construction and operation of the oil and gas complex in the Far East region. *Dal'nij Vostok: problemy razvitiya arxitekturno-stroitel'nogo kompleksa* [The Far East: problems of the development of the architectural and construction complex]. 2015. No 1. Pp. 225–228. (In Russ.)
41. Pystina N. B., Ilyakova E. E., Environmental aspects of the development of gas chemical production in Eastern Siberia and the Far East. *Territoriya Neftegaz* [Territory of Neftegaz]. 2010. No 2. Pp. 74–77. (In Russ.)
42. Zlobina V. L., Medovar Yu. A., Yushmanov I. O. Sources of groundwater pollution in the zone of active water exchange. *Vostochno-Evropskij nauchnyj zhurnal* [Eastern European Scientific Journal]. 2018. No 2–2 (30). Pp. 4–16. (In Russ.)
43. Bubnova M. B., Ozaryan Yu. A. Geoecological assessment of regional natural and mining systems in the South of the Far East. *Fiziko-texnicheskie problemy razrabotki poleznykh iskopaemykh* [Physical and technical problems of mineral development]. 2012. No 5. Pp. 189–196. (In Russ.)
44. Shhelkanov N. S. Study of soil fertility after the mining stage of recultivation at the Vostochny section. *Vestnik Chitinskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Chita State University]. 2008. No 4 (49). Pp. 134–139. (In Russ.)
45. Noosnikova G. A., Andreeva T. I. Search for ways to dispose of coal enrichment waste (using the example of the Neryungrinskaya concentrating plant of JSC HC Yakutugol). *Dal'nij Vostok: problemy razvitiya arxitekturno-stroitel'nogo kompleksa* [The Far East: problems of the development of the architectural and construction complex]. 2019. No 1–2. Pp. 283–286. (In Russ.)
46. Karyagina T. Yu. Ecological and economic justification of involvement in the development of a technogenic deposit of gold-bearing stale tailings. *Racional'noe osvoenie nedr* [Rational development of mineral resources]. 2019. No 5. Pp. 72–76. DOI 10.26121/RON.2019.76.60.017. (In Russ.)
47. Razmaxnin K. K. Prospects for the use of zeolite-containing rocks of the Eastern Transbaikalia for integrated environmental safety of mining enterprises. *Fundamentalnye i prikladnye voprosy gornyx nauk* [Fundamental and applied issues of mining sciences]. 2019. No 6. No 2. Pp. 224–229. DOI: 10.15372/FPVGN2019060238. (In Russ.)
48. Afanasev S. M. The ecological situation in the Republic of Sakha (Yakutia) and promising directions for increasing the social responsibility of large business in the conditions of intensive development of the Arctic. *Ekonomika Vostoka Rossii* [The Economy of the East of Russia]. 2016. No 1 (5). Pp. 66–73. (In Russ.)
49. Stepanko N. G., Lozovskaya S., Moshkov A. V., Shvedov V. G. Environmental situation and public health in the Arctic zone of the Far East. *Moskovskij ekonomicheskij zhurnal* [Moscow Economic Journal]. 2022. No 7. No 5. DOI: 10.55186/2413046X_2022_7_5_302. (In Russ.)
50. Cibudeeva D. Cz., Rybkina I.D. Assessment of anthropogenic load on catchment areas of river basins of the Republic of Buryatia. *Mir nauki. kultury. obrazovaniya* [The world of science. culture. education]. 2014. No 2 (45). Pp. 405–410. (In Russ.)
51. Katola V. M. About the ecological situation in the Amur region and its consequences over the past ten years (a brief overview). *Byulleten fiziologii i patologii dyxaniya* [Bulletin of physiology and pathology of respiration]. 2019. No 73. Pp. 134–140. DOI: 10.36604/1998-5029-2019-73-134-140. (In Russ.)
52. *Gosudarstvennyj doklad o sostoyanii i ob okhrane okruzhayushhej sredy Xabarovskogo kraja v 2018 godu* [State report on the state and environmental protection of the Khabarovsk Territory in 2018]. Khabarovsk: GRANDEKSPRESS, 2019. 256 p. (In Russ.)

Информация об авторах

Вера Николаевна Макарова — кандидат технических наук, доц. кафедры экологии, биологии и географии Владивостокского государственного университета, (Российская Федерация, Приморский край, г. Владивосток, ул. Гоголя, 41)

Андрей Геннадьевич Шеломенцев — доктор экономических наук, профессор, профессор Высшей школы цифровой экономики Югорского государственного университета (Российская Федерация, ХМАО — Югра, г. Ханты-Мансийск, ул. Чехова, д.16)

Ксения Сергеевна Гончарова — кандидат экономических наук, научный сотрудник Высшей школы цифровой экономики Югорского государственного университета, (Российская Федерация, ХМАО — Югра, г. Ханты-Мансийск, ул. Чехова, д.16)

Information about the authors

Vera N. Makarova — Candidate of Science (Engineering), associate Professor of the Department of Ecology, Biology and Geography of Vladivostok State University (41, Gogolya St., Vladivostok, 690014, Russian Federation)

Andrei G. Shelomentsev — Doctor of Economics, Professor, Professor of the Higher School of Digital Economics of Ugra State University (16, Chekhova str., Khanty-Mansiysk, Khanty-Mansi Autonomous Okrug — Yugra, Tyumen Region, 628012, Russian Federation)

Kseniya S. Goncharova — Candidate of Economic Sciences, Researcher at the Higher School of Digital Economics of Ugra State University (16, Chekhova str., Khanty-Mansiysk, Khanty-Mansi Autonomous Okrug — Yugra, Tyumen Region, 628012, Russian Federation)

Статья поступила в редакцию: 25.05.2023

Одобрена после рецензирования: 31.05.2023

Принята к публикации: 06.06.2023

The article was submitted: 25.05.2023

Approved after reviewing: 31.05.2023

Accepted for publication: 06.06.2023