HAL
open science

Ранжирование Регионов Арктической Зоны Российской Федерации По Индексу Экологической Безопасности

Nikolai Bobylev, Sébastien Gadal, M.O. Konovalova, Alexander Sergunin, Andrew Tronin, Véli-Pekka Tynkkynen

To cite this version:

Nikolai Bobylev, Sébastien Gadal, M.O. Konovalova, Alexander Sergunin, Andrew Tronin, et al.. Ранжирование Регионов Арктической Зоны Российской Федерации По Индексу Экологической Безопасности. Север и Рынок: формирование экономического порядка, 2020, 69 (3), pp.17-40. ⟨10.37614/2220-802X.2.2020.69.002⟩. ⟨hal-03044962⟩

HAL Id: hal-03044962

https://hal.science/hal-03044962v1

Submitted on 11 Dec 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

0+

ISSN 2220-802X

3/2020 (69)
основан в 1998 г.

СЕВЕР & РЫНОК

НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЖУРНАЛ

ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОРЯДКА

РИО КНЦ

Издательство Кольского научного центра
2020

СЕВЕР И РЫНОК:
формирование экономического порядка
№ 3 (69) 2020

Научно-информационный журнал
Основан в 1998 году
чл.-корр. РАН Геннадием Павловичем Лузиным

Выходит 4 раза в год.

Учредитель — Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр Российской академии наук»

ISSN 2220-802X

Свидетельство о регистрации СМИ
ПИ № ФС77-73721 от 21.09.2018
выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Редакционная коллегия:

к. э. н., доц. Башмакова Е. П.;
к. э. н. Березиков С. А.;
д. э. н., проф. Васильев А. М.;
к. э. н., доц. Залкинд Л. О.;
к. э. н. Иванова Л. В.;
к. э. н., доц. Кобылинская Г. В.;
к. э. н., доц. Кондратович Д. Л.;
д. э. н., проф. Козьменко С. Ю.;
Павлова С. А. (отв. секретарь);
к. э. н., доц. Рябова Л. А.;
д. э. н., проф. Скуфьина Т. П. (зам. главного редактора);
к. э. н., доц. Торопушина Е. Е.;
к. э. н., доц. Ульченко М. В.;
д. э. н. Федосеев С. В. (главный редактор);
д. э. н., проф. Храпов В. Е.;
к. т. н., доц. Цукерман В. А.;
д. э. н., проф. Череповицын А. Е. (зам. главного редактора)

Ответственный редактор номера — к. э. н., доц. Л. А. Рябова

Фото на обложке — Жиганов В. Ю.

Адрес редакции: 184209, г. Апатиты Мурманской обл.,
ул. Ферсмана, 24а
Тел.: 8-81555-79-257
E-mail: pavlova@iep.kolasc.net.ru

Адрес учредителя, издателя и типографии: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр Российской академии наук», 184209, г. Апатиты, Мурманская обл., ул. Ферсмана, 14

С требованиями к авторам статей и редакционной политикой журнала, а также с архивом номеров можно ознакомиться на сайте журнала по адресу: http://www.iep.kolasc.net.ru/journal/.

Позиция редакции необязательно совпадает с мнением автора.

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (Перечень ВАК) с 6 июня 2017 года по группе научных специальностей 08.00.00 «Экономические науки».

Журнал включен в систему Российского индекса научного цитирования.

© Институт экономических проблем им. Г. П. Лузина, 2020
© ФГБУН ФИЦ «Кольский научный центр РАН», 2020

МЕЖДУНАРОДНЫЙ РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Акулов Владимир Борисович, доктор экономических наук, профессор, декан экономического факультета, зав. кафедрой экономической теории и менеджмента Петрозаводского государственного университета (Петрозаводск, Россия)
Ауре Марит, доктор политических наук, Центр гендерных исследований при Арктическом университете Тромсё, старший научный сотрудник Северного научно-исследовательского института (Norut; Тромсё, Норвегия)
Кривовичев Сергей Владимирович, член-корреспондент РАН, Председатель ФИЦ «Кольский научный центр РАН» (Апатиты, Россия)
Лаженцев Виталий Николаевич, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник Института социально-экономических и энергетических проблем Севера КомиНЦ УрО РАН (Сыктывкар, Россия)
Ларичкин Федор Дмитриевич, доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник Института экономических проблем им. Г. П. Лузина ФИЦ «Кольский научный центр РАН» (Апатиты, Россия)
Маслобоев Владимир Алексеевич, доктор технических наук, профессор, советник Председателя ФИЦ «Кольский научный центр РАН» (Апатиты, Россия)
Мешалкин Валерий Павлович, академик РАН, директор Международного института логистики ресурсосбережения и технологической инноватики (НОЦ) Российского химико-технологического университета им. Д. И. Менделеева, зав. кафедрой логистики и экономической информатики (Москва, Россия)
Николаев Анатолий Иванович, член-корреспондент РАН, заместитель директора Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И. В. Тананаева ФИЦ «Кольский научный центр РАН» (Апатиты, Россия)
Нильссен Фруде, доктор экономических наук, профессор Высшей школы бизнеса Университета Nord (Буде, Норвегия)
Пилясов Александр Николаевич, доктор географических наук, профессор, генеральный директор АНО «Институт регионального консалтинга», председатель российской секции Европейской ассоциации региональной науки, председатель социально-экономической секции Экспертного совета по Арктике и Антарктике при Председателе Совета Федерации Федерального собрания РФ (Москва, Россия)
Сергунин Александр Анатольевич, доктор политических наук, профессор кафедры теории и истории международных отношений СПбГУ (Санкт-Петербург, Россия)
Теннберг Моника, доктор социальных наук, профессор Арктик-центра Университета Лапландии (Рованиеми, Финляндия)
Швецов Александр Николаевич, доктор экономических наук, заместитель директора Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН (Москва, Россия)
Шпак Алла Владимировна, кандидат экономических наук, доцент, первый заместитель министра экономического развития Мурманской области
Хейнинен Ласси, доктор политических наук, профессор, зам. директора по науке Института исследований атмосферы и земных систем (INAR) Университета Хельсинки (Хельсинки, Финляндия)
Чжан Ся, кандидат экономических наук, доцент, Институт коммерции университета Датун (Датун, провинция Шаньси, Китайская Народная Республика)
Эспириту Айлин, доктор политических наук, научный сотрудник Баренц-института Арктического университета Норвегии (Киркенес, Норвегия)

Научное издание

Редактор Е. Н. Еремеева
Технический редактор В. Ю. Жиганов
Подписано к печати 10.10.2020. Формат 60x84 1/8.
Дата выхода в свет 27.11.2020.
Усл. печ. л. 21,74. Тираж 300 экз. Заказ № 56.

Цена свободная

ФГБУН ФИЦ «КНЦ РАН»
184209, г. Апатиты, Мурманская область, ул. Ферсмана, 14
naukaprint.ru

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕВЕРА И АРКТИКИ РОССИИ

Пилясов А. Н., Путилова Е. С. Современный ресурсный проект Арктики для промышленной политики России: полюс роста национальной экономики или «собор в пустыне»? 4

Бобылёв Н. Г., Гадаль С., Коновалова М. О., Сергунин А. А., Тронин А. А., Тюнкюнен В.-П. Ранжирование регионов Арктической зоны Российской Федерации по индексу экологической безопасности 17

Рябова Л. А., Ключникова Е. М., Боровичев Е. А., Маслобоев В. В. Гражданская наука как инструмент информационного обеспечения принятия решений в российской Арктике в условиях изменения климата 40

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И УПРАВЛЕНИЕ РЕГИОНАМИ, ОТРАСЛЯМИ И КОМПЛЕКСАМИ

Метелева М. А. Проектирование предпринимательских сетей: оценка сетевого потенциала региона Арктической зоны Российской Федерации 56

Николаева А. Б. Конкурентоспособность Северного морского пути 72

Ющенко В. В., Храпов В. Е., Турчанинова Т. В. Снижение транспортных расходов комбинированных перевозок грузов в вагонах и контейнерах в арктических регионах России 88

Марецкая В. Н. Органическое сельское хозяйство — новые возможности и перспективы развития в северном регионе (на примере Мурманской области) 98

ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ: РАЗВИТИЕ ЭНЕРГЕТИКИ НА СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

Литовский В. В. Естественные производительные силы как основа гидроэнергетических парадигм рационального развития северного хозяйства: приглашение к дискуссии 110

Гасникова А. А. Учет различных факторов в регулировании энергообеспечения в арктических регионах 131

Коновалова О. Е. Возобновляемые речные ресурсы Мурманской области и их использование в энергетике: вчера, сегодня, завтра 144

СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ СЕВЕРА И АРКТИКИ РОССИИ

Чапаргина А. Н. Исследование доходов населения Мурманской области: тенденции и детерминанты 157

Иванова М. В., Гилярова Ю. Л., Атакина В. И. Информатизация и оценка информационной активности населения в сфере услуг в Мурманской области 175

16. *AO "Apatit" prodolzhayet modernizatsiyu obogatitel'nogo proizvodstva* [Apatit JSC continues the modernization of enrichment production]. (In Russ.). Available at: https://regnum.ru/news/economy/2203560.html (accessed 27.04.2020).
17. Romanova O. A., Starikov Ye. N. Izmeneniye vektora promyshlennoy politiki i vozmozhnosti innovatsionnogo razvitiya industrial'nykh regionov [Change in the vector of industrial policy and the possibility of innovative development of industrial regions]. *Ekonomika regiona* [Economics of the Region], 2015, no. 3, pp. 322–333. (In Russ.).
18. Tatarkin A. I., Romanova O. A. Sovremennyye instrumenty novoy industrializatsii promyshlennykh regionov [Modern tools of the new industrialization of industrial regions]. *Ekonomist* [Economist], 2013, no. 8, pp. 21–38. (In Russ.).
19. Zamyatina N. Yu., Pilyasov A. N. *Innovatsionnyy poisk v monoprofil'nykh gorodakh: blokirovki razvitiya, novaya promyshlennaya politika i plan deystviy* [Innovative search in single-industry cities: development lock-ins, new industrial policy and action plan]. Moscow, LENAND, 2015, 216 p. (In Russ.).

DOI: 10.37614/2220-802X.2.2020.69.002
УДК 504:711.454(98)

Н. Г. Бобылёв
кандидат технических наук, доцент кафедры экологической безопасности и устойчивого развития регионов
Институт наук о Земле, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

Себастьен Гадаль
профессор
Университет Экс-Марсель, Экс-ан-Прованс, Франция

М. О. Коновалова
магистрант кафедры экологической безопасности и устойчивого развития регионов
Институт наук о Земле, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

А. А. Сергунин
доктор политических наук, профессор, кафедра теории и истории международных отношений, факультет международных отношений
Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия;
кафедра мировых политических процессов, факультет управления и политики
Московский государственный институт международных отношений (Университет) МИД РФ, Москва, Россия

А. А. Тронин
доктор геолого-минералогических наук, директор
Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, Санкт-Петербургский федеральный исследовательский центр РАН, Санкт-Петербург, Россия

Вели-Пекка Тюнкюнен
доцент
Алексантери-институт, Университет Хельсинки, Хельсинки, Финляндия

РАНЖИРОВАНИЕ РЕГИОНОВ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ИНДЕКСУ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ[1]

Аннотация. Целью данной статьи является определение релевантных индикаторов для составления индекса экологической безопасности Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) и ранжирование

[1] Исследование выполнено в рамках проектов по линии ERA.Net RUS Plus / Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) № 18-55-76003, РФФИ и Фонда «Дом наук о человеке» (Франция) № 20-514-22001, PIRE (грант № 1545913 Национального научного фонда США) и по стипендиальной программе Фонда Коне в Коллегиуме передовых исследований Университета Хельсинки.

(составление рейтинга) регионов АЗРФ на его основе. Была разработана собственная методика построения указанного рейтинга.

Экологический блок индикаторов включает три группы показателей: воздействие на атмосферный воздух и водную среду, а также обращение с отходами производства и потребления. В эколого-экономическом блоке индикаторов выделены такие показатели, как затраты на охрану окружающей среды и инвестиции в основной капитал, направленные на эти цели, в расчете на одного жителя региона. Социально-экологический блок включает два главных параметра: комфортность проживания людей в арктических городах (индекс качества городской среды; доля населения в регионах и городах с высоким и очень высоким уровнем загрязнения; обеспеченность населения чистой питьевой водой) и состояние городской инфраструктуры (степень износа основных фондов в таких областях, как водоснабжение, водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений, а также степень благоустройства жилищного фонда).

Первое и второе места в рейтинге экологической безопасности АЗРФ принадлежат Ненецкому и Чукотскому автономным округам. У них высокие показатели по экологическому и эколого-экономическому блокам индикаторов. Аутсайдером рейтинга является Красноярский край, занимающий последние позиции практически по всем группам параметров — экологической (обращение с отходами, воздействие на водную и воздушную среды), экономической (затраты и инвестиции в охрану окружающей среды) и социально-экологической (комфортность городской среды и состояние городской инфраструктуры).

Этот рейтинг может иметь практическое применение в работе федеральных, региональных и муниципальных органов власти, занимающихся планированием и реализацией стратегии устойчивого развития регионов и городов АЗРФ, а также в деятельности научных и некоммерческих организаций, осуществляющих мониторинг, анализ и оценку эффективности указанной стратегии.

Ключевые слова: Арктическая зона Российской Федерации, регионы, города, экологическая безопасность, устойчивое развитие, индикаторы, индекс, ранжирование.

N. G. Bobylev
PhD (Engineering), Associate Professor, Department of Environmental Security and Sustainable Development of Regions
Institute of Earth Sciences, Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia

Sebastien Gadal
Professor
Aix-Marseille Université, Aix-en-Provence, France

M. O. Konovalova
Master Student, Department of Environmental Security and Sustainable Development of Regions, Institute of Earth Sciences, Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia

A. A. Sergunin
Doctor of Sciences (Political Science), Professor, Department of International Relations Theory & History, Faculty of International Relations
Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia;
Department of World Politics, Faculty of Government and Politics
Moscow State Institute of International Relations (University), Moscow, Russia

A. A. Tronin
Doctor of Sciences (Geology & Mineralogy), Director
Scientific Research Centre for Ecological Safety of the Russian Academy of Sciences, Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg, Russia

Veli-Pekka Tynkkynen
Associate Professor
Aleksanteri Institute, University of Helsinki, Helsinki, Finland

REGIONAL RANKING OF THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION ON THE BASIS OF THE ENVIRONMENTAL SECURITY INDEX

Abstract. The purpose of this article is to determine the relevant indicators for compiling an environmental security index of the Arctic Zone of the Russian Federation (AZRF) and ranking (compiling a rating) of the regions of the AZRF on its basis. We have developed our own methodology for constructing this rating.

The ecological block of indicators includes three groups of parameters: impact on atmospheric air and water environment, as well as waste management. In the ecological-economic block of indicators, characteristics, such as the expenditures on environmental protection and investments in this area per capita, are described. The socio-ecological block includes two main parameters: the comfort of living in Arctic cities (index of the quality of the urban environment; the share of the population in regions and cities with high and very high levels of pollution; provision of

the population with clean drinking water) and the state of urban infrastructure (degradation of the infrastructure in areas such as water supply, sewerage, waste collection and disposal, pollution control activities, and the degree of housing improvement).

The first and second places in the AZRF environmental security rating belong to the Nenets and Chukotka Autonomous Districts. They have high indicators in the ecological and ecological-economic blocks of indicators. The outsider of the rating is the Krasnoyarsk Province, which occupies the last positions in almost all groups of parameters — ecological (waste management, impact on the water and air environment), economic (expenditure on and investments in environmental protection) and socio-ecological (comfort of the urban environment and the state of urban infrastructure).

This rating can have practical application in the work of federal, regional and municipal authorities involved in planning and implementing the strategy for sustainable development of regions and cities of the Russian Arctic, as well as in the activities of scientific and non-profit organizations that monitor, analyze and evaluate the effectiveness of this strategy.

Keywords: the Arctic Zone of the Russian Federation, regions, cities, environmental security, sustainable development, ranking.

Введение

В настоящее время освоение АЗРФ является одной из важнейших общенациональных задач стратегического характера[2]. Однако активное развитие отраслей добычи и переработки полезных ископаемых, транспортной отрасли ведет к нарастающему давлению на окружающую природную среду данного макрорегиона. Экосистемы АЗРФ являются очень чувствительными к воздействию человека и загрязнению окружающей среды. Последствия пространственного освоения арктических территорий могут быть необратимыми. Арктика в целом играет огромную роль в сохранении биоразнообразия и экологического равновесия всей планеты, а хрупкость арктических экосистем повышает вероятность превращения региональных экологических проблем в глобальные [1].

Существенная угроза Арктике в целом и АЗРФ в частности — глобальное изменение климата. Именно на этих территориях в последние десятилетия климатические изменения идут с особой скоростью. Они ведут к растущему ущербу для хозяйственной и транспортной инфраструктур и жилого фонда из-за деградации многолетней мерзлоты; к нарушению коммуникаций между поселениями в результате сокращения периода функционирования зимников; рискам разрушения хозяйственных объектов и поселений, вызванных заторами льдов сибирских рек и т. д. [2–5].

Под экологической безопасностью понимается состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека и общества от возможного негативного воздействия хозяйственной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и их последствий [6, 7, с. 101–104, 8]. Главная цель системы экологической безопасности в АЗРФ — сохранение природной среды этого уникального региона, предотвращение и/или ликвидация негативных экологических последствий хозяйственной деятельности человека и глобальных изменений климата [9, 10].

Одна из наиболее насущных проблем, влияющих как на экономическое развитие, так и на здоровье населения АЗРФ, — ухудшение экологической обстановки в этом макрорегионе. Анализ состояния окружающей среды в АЗРФ показывает, что улучшение экологической ситуации отмечается лишь в отдельных её регионах. На большинстве территорий, где ведется активная хозяйственная деятельность, состояние среды ухудшается или сохраняется на прежнем низком уровне. Недавняя техногенная катастрофа на нефтехранилище в Норильске продемонстрировала, с одной стороны, как изменение климата (в частности, таяние вечной мерзлоты) может провоцировать такие инциденты, а с другой — всю опасность антропогенного воздействия на хрупкую арктическую природу.

Неблагополучное состояние окружающей среды во многих регионах российской Арктики свидетельствует о том, что современная система экологической безопасности весьма несовершенна, и требуется внесение коррективов в регулирование различных механизмов управления в АЗРФ.

Одним из способов повышения эффективности управленческой политики в сфере устойчивого развития АЗРФ является адекватная оценка ситуации в данной области, что можно сделать на основе системы индикаторов, сведённой в интегрированный индекс экологической безопасности.

---

[2] Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года: утв. Указом Президента Российской Федерации 5 марта 2020 г. № 164 // Официальный сайт Президента РФ. URL: http://static.kremlin.ru/media/events/files/ru/f8ZpjhpAaQ0WB1zjywN04OgKiI1mAvaM.pdf (дата обращения: 06.03.2020).

Целью данного исследования является определение релевантных индикаторов для составления индекса экологической безопасности АЗРФ и ранжирование (составление рейтинга) регионов АЗРФ на основе этого индекса. В соответствии с намеченной целью были поставлены следующие задачи: 1) оценить существующие методики построения экологических рейтингов; 2) предложить собственный подход для построения рейтинга на основе индекса экологической безопасности АЗРФ; 3) определить конкретные индикаторы экологической безопасности АЗРФ; 4) ранжировать регионы АЗРФ на основе индекса экологической безопасности.

Материалы и методы исследования

Источники. Эмпирической базой данного исследования являются федеральные нормативные акты и ведомственные документы по охране окружающей среды, региональные и городские планы социально-экономического развития, а также статистические данные открытого доступа, представленные на веб-сайтах Росстата (2016–2019 гг.), Министерства природных ресурсов и экологии (2016–2019 гг.), Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства (2018–2019 гг.), Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС) (2012–2017 гг.) и администраций регионов и муниципальных образований АЗРФ.

Обзор существующих рейтингов регионов и городов по критериям устойчивого развития и экологической безопасности

Составление различных рейтингов — весьма развитое направление научных исследований в настоящее время. В этой области накоплено достаточное количество методик международного и российского уровней [11–13]. Существуют многочисленные рейтинги, отражающие экологические аспекты развития территорий.

В рамках различных подразделений ООН довольно давно ведётся работа по созданию подобных индексов и рейтингов. Так, в недрах Программы ООН по населённым пунктам (UN-Habitat) ещё в 1996 г. был создан Индекс городского развития[3]. Комиссия ООН по устойчивому развитию вела работу по определению индикаторов такого развития, включая регионы и города[4].

На основе принятых в 2015 г. ООН Целей устойчивого развития (ЦУР) в ряде стран были разработаны различные индексы. Например, группа консультантов из Сети ООН по поиску решений проблем устойчивого развития подготовила в 2017 г. Индекс ЦУР городов США, в котором производилось ранжирование 124 городов [14]. Аналогичная попытка (но в отношении АЗРФ) была предпринята группой российских и финских учёных в 2018 г. [15].

В 2014 г. под эгидой Совета министров стран Северной Европы был опубликован Доклад по человеческому развитию в Арктике, в котором была предпринята попытка отразить через систему индикаторов назревшие социально-экономические и экологические проблемы на Крайнем Севере [16]. Этот доклад завершил исследование международной команды экспертов, начатое по инициативе рабочей группы по устойчивому развитию Арктического совета в 2006 г. Несмотря на то что предложенные в докладе семь индикаторов (уровень детской смертности, миграционный баланс, уровень потребления пищи местного производства, доход домохозяйства на душу населения, доля студентов, успешно завершивших обучение на вузовском уровне, степень владения родным языком, способность планировать будущее) были подвергнуты критике со стороны научной общественности как недостаточно репрезентативные (они были в основном направлены на мониторинг ситуации с коренными народами Севера) и не полностью отражающие специфику Арктики, они дали несомненный толчок дальнейшим исследования в данной сфере.

Начиная с 2016 г. коллектив учёных из различных арктических стран под руководством Университета Дж. Вашингтона ведёт работу над созданием *комплексного индекса устойчивого развития арктических городов*. В публикациях участников данного проекта предприняты попытки создать как индексы отдельных аспектов устойчивого городского развития на Крайнем Севере [17], так и рейтинги интегрального характера, в том числе основанные на индексе устойчивого городского развития, предложенном Международной организацией по стандартизации [18][5].

---

[3] City Development Index. UN-Habitat. URL: http://unhabitat.org/ (дата обращения: 14.08.2020).

[4] United Nations Commission on Sustainable Development. Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies, Third Edition. N. Y.: United Nations, 2007.

[5] ISO 37120: Sustainable Cities and Communities — Indicators for City Services and Quality of Life. Geneva: International Organization for Standardization, 2018.

Рейтинг экологического развития городов России[6] составляется по инициативе Росприроднадзора совместно с агентством «Эрнст энд Янг» и Общероссийским народным фронтом. В нём оценивается экологическая эффективность развития городов России. В методике, на которой основан рейтинг, применяются только экологические показатели. Также учитывается экспертное и общественное мнения. Статистическая информация для расчёта индекса предоставляется органами власти городских центров с численностью населения более ста тысяч человек. Его существенным минусом и особенностью является использование данных, не представленных в открытом доступе. Кроме того, в рейтинг не попадают многие города и посёлки городского типа АЗРФ, поскольку численность их населения меньше ста тысяч человек.

Полярный индекс [19], разрабатывается экспертным центром «ПОРА» совместно с экономический факультетом Московского государственного университета (МГУ). В его основе лежит концептуальное понятие устойчивого развития, основанного на трех компонентах: устойчивое развитие понимается как баланс между экономической, экологической и социальной составляющими. Его недостатком является то, что при составлении рейтинга используются экспертные мнения, верификация которых не всегда возможна другими исследователями.

Агентством SGM с 2012 г. составляется *Рейтинг устойчивого развития городов*[7]. Выявляются лидеры и аутсайдеры в области устойчивого развития российских городов. В рейтинг входят города с населением более ста тысяч человек. Его недостатком является то, что в нём основное внимание уделяется экономической проблематике, экологический аспект затронут лишь вскользь. Как и в случае с рейтингом Росприроднадзора, в него не попадает большинство городов АЗРФ.

В основу *эколого-экономического индекса регионов РФ*, составляемого WWF (Всемирным фондом дикой природы) и РИА «Новости» с 2015 г., положен индекс скорректированных чистых накоплений (adjusted net savings, СЧН), разработанный Всемирным банком. Индекс предложен как альтернатива показателю объёма ВВП или регионального валового продукта (ВРП) на душу населения — количественному критерию благосостояния, который не берет во внимание социальные аспекты и негативные изменения окружающей среды, являющиеся неотъемлемыми компонентами устойчивого развития. В методике учитывается, насколько воздействие на природу во имя подъема экономики, несущее за собой истощение природного капитала, компенсируется вложениями в другие виды капитала — человеческий и физический. Страна с низким индексом СЧН безвозвратно тратит свои природные богатства. В стране с высоким индексом СЧН инвестирование в физический и природный капитал превышает текущее потребление ресурсов. Минусом индекса является то, что не берется во внимание социальный аспект. К тому же в результате интерпретации экологических показателей через денежный эквивалент лидерами рейтинга, как правило, становятся регионы с низким уровнем развития промышленного производства и экономики [20].

Всемирный фонд дикой природы также регулярно публикует для России индекс под названием *«Экологический след»*, который основывается на анализе характера использования земельных ресурсов и соответствующих экономических показателях. Речь идёт об определении площади биологически продуктивной территории или акватории, необходимой для производства используемых человеком ресурсов и ассимиляции отходов. Рейтинг Всемирного фонда дикой природы рассчитывается на душу населения, что и вызывает трудности сравнения, ибо необходима нормировка на единицу площади [12, с. 7].

Экологический рейтинг регионов и городов России ведется географическим факультетом МГУ с 1990 г. При его составлении учитывается тридцать показателей воздействия на атмосферный воздух, водные, лесные и земельные ресурсы. Но при этом не берутся во внимание экономический и социальный аспекты[8].

Экологический рейтинг субъектов РФ общественной организации «Зелёный патруль» ведется с 2008 г. В основе методики создания рейтинга лежит сравнительная оценка российских регионов в сфере экологической безопасности и охраны окружающей среды. Генерируется три индекса,

---

[6] Рейтинг экологического развития городов России, 2017 г. URL: https://onf.ru/sites/default/files/projects_docs/21112017.pdf (дата обращения: 16.04.2020).

[7] Составление рейтинга городов России в области устойчивого развития / Официальный сайт SGM — рейтингового агентства. URL: http://www.agencysgm.com/projects/sostavlenie-reytinga-gorodov-rossii-v-oblasti-ustoychivogo-razvitiya/ (дата обращения: 14.03.2020).

[8] Конкуренты Полярного индекса, 2018 г. // Официальный сайт Проектного офиса развития Арктики. URL: https://goarctic.ru/news/konkurenty-polyarnogo-indeksa-est-li-v-rossii-drugie-reytingi-ustoychivogo-razvitiya/ (дата обращения: 13.03.2020).

из которых потом складывается сводный индекс: промышленно-экологический, природоохранный и социально-экологический. Особенность рейтинга — использование качественных, а не количественных критериев. Индекс составляется исходя из различных источников информации, включая средства массовой информации, различные общественные организации, инициативные группы граждан. Достоверность таких источников информации может быть оспорена. Наиболее близок к адекватной оценке экологического состояния территорий природоохранный индекс [12, с. 6][9].

Итак, в ходе обзора существующих методик построения рейтингов были выявлены некоторые их минусы: одни рейтинги оценивают экологические параметры, другие основаны на измерении социально-экономических показателей развития регионов и городов, третьи направлены на анализ чисто экономических индикаторов, в четвертых используются закрытые и труднодоступные статистические данные. Рейтинги не совпадают друг с другом по итогам подсчетов. Большая их часть не является чисто экологической и указывает лишь на уровень загрязнения окружающей среды [12, с. 11]. Лишь некоторые из них в той или иной степени отражают состояние экологической безопасности в российских регионах и городах и тенденцию к переходу к стратегии их устойчивого развития.

Существующие рейтинги используются для оценки уровня устойчивого развития регионов и городов, однако следует отметить, что они отражают, по сути дела, некоторые усредненные показатели, которые зачастую не учитывают специфику конкретных территорий. Например, регионы и города АЗРФ выпадают из поля зрения данных рейтингов по разным причинам, начиная с численности их населения и заканчивая уникальной спецификой их расположения, условий и вызовов, с которыми они сталкиваются. В связи с этим очевидна потребность в разработке такой методики построения рейтинга, которая позволила бы репрезентативно оценить развитие АЗРФ, оперативно реагировать на выявленные проблемы и корректировать управленческую политику в целях обеспечения экологической безопасности данного макрорегиона.

Методика построения ранжированного списка регионов АЗРФ по индексу экологической безопасности

В результате проанализированных методик построения рейтингов и расчета индексов нами была разработана собственная методика, в основу которой также заложено трехсоставное понятие устойчивого развития (экология, экономика, общество). Устойчивое развитие характеризуется сбалансированностью этих трех групп параметров, что обеспечивает гармоничность отношений общества, власти и экономики. По этим параметрам в соответствии с выбранными статистическими данными высчитывается интегральный индекс устойчивости регионов АЗРФ и строится их рейтинг.

Существенным отличием нашей методики является использование не только количественных, но и качественных показателей. Например, нами используется не показатель валовых выбросов в атмосферу загрязняющих веществ, а показатель выбросов в атмосферный воздух загрязняющих веществ в расчёте на ВРП, который лучше отражает «экологичность» экономики регионов. При ранжировании регионов АЗРФ использовались индикаторы экологической безопасности, сгруппированные по трем блокам, которые отражают три составляющие устойчивого развития: экологический, экономический и социальный (табл. 1).

Таблица 1

Показатели, используемые для построения рейтинга регионов АЗРФ по индексу экологической безопасности

Блок	Экологические показатели			Эколого-экономические показатели		Социально-экологические показатели	
Группа индикаторов	В области охраны воздуха	В области охраны водной среды	В области обращения с отходами	Затраты и инвестиции		Комфортность городской среды	Состояние городской инфраструктуры
Количество индикаторов	4	5	2	1	1	3	1
Вес	11			2		4	

[9] Экологический рейтинг субъектов РФ, 2019 г. // Официальный сайт Зелёного патруля. URL: https://greenpatrol.ru/ru/stranica-dlya-obshchego-reytinga/ekologicheskiy-reyting-subektov-rf?tid=388 (дата обращения: 13.03.2020).

В *экологическом блоке* выделяется три группы индикаторов по основным направлениям негативного воздействия антропогенной деятельности на окружающую среду: воздействие на атмосферный воздух, воздействие на водную среду и обращение с отходами производства и потребления.

Атмосферный воздух — жизненно важный компонент окружающей среды, состояние которого является одним из ведущих факторов, определяющих здоровье населения, санитарную и эпидемиологическую ситуацию на территории [21]. Для характеристики состояния атмосферы выделены следующие показатели.

1. Доля уловленных и обезвреженных загрязняющих атмосферу веществ в общем количестве отходящих загрязняющих веществ от стационарных источников (в %). Этот показатель характеризует состояние атмосферного воздуха, а также внедрение в промышленном секторе арктических регионов очистных сооружений и технологий.

2. Доля проб воздуха, превышающих предельно допустимые концентрации (в %), и качество атмосферного воздуха (в баллах). Этот индикатор отвечает за характеристику состояния атмосферного воздуха в АЗРФ, индекс загрязнения атмосферы, а также характеристику негативного воздействия выбросов на качество воздуха.

3. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, отходящих от стационарных источников, в расчете на ВРП (т/млн руб.). Этот показатель отражает состояние атмосферного воздуха и экологичность предприятий промышленности АЗРФ с точки зрения их воздействия на состояние атмосферы.

В области охраны водной среды и предотвращения загрязнения водных объектов нами выделены пять индикаторов.

1. Доля загрязненных сточных вод в общем объеме сбросов (в %). Этот показатель характеризует состояние водных объектов и внедрение в промышленности АЗРФ очистных технологий. Одним из главных факторов, отвечающих за величину негативного человеческого воздействия на гидросферу регионов, является необеспечение определенного уровня очистки всего объема образующихся сточных вод. Неочищенные или недостаточно очищенные сточные воды, которые загрязнены органическими или биогенными соединениями, а также опасными веществами, оказывают огромное негативное воздействие на водные ресурсы территории.

2. Сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты в расчете на ВРП ($м^3$/млн руб.). Этот индикатор характеризует состояние водных объектов и экологичность предприятий промышленности АЗРФ с точки зрения их воздействия на водные ресурсы.

3. Объем оборотной и последовательно используемой воды в расчете на ВРП ($м^3$/млн руб.), описывающий экологичность предприятий АЗРФ и состояние водных объектов с точки зрения их влияния на гидросферу данной территории. Показатель отражает экономию забора в процессе производства свежей воды за счет применения систем оборотного и повторного водоснабжения. Он имеет важное значение для характеристики экологичности производств, использующих для производства продукции большое количество водных ресурсов.

4. Доля потерь воды при транспортировке (%). Этот показатель описывает степень экономии водных ресурсов при транспортировке к предприятиям-потребителям АЗРФ.

5. Количество случаев высокого уровня загрязнения и экстремально высокого уровня загрязнения поверхностных водных объектов в АЗРФ (шт.). Индикатор характеризует степень очистки загрязненных промышленных вод предприятиями и состояние загрязненности поверхностных вод российской Арктики.

Упорядоченное обращение и правильная утилизация отходов производства и потребления — одна из самых острых проблем АЗРФ. В области обращения с отходами производства и потребления выделены два индикатора экологической безопасности.

1. Отходы производства и потребления в расчете на ВРП (т/млн руб.). Показатель характеризует ситуацию в сфере обращения с отходами производства и потребления, а также экологичность производственного комплекса арктических территорий с точки зрения процедуры образования и обращения с отходами.

2. Доля использованных и обезвреженных отходов 1–4-го классов опасности (%). Индикатор отражает применение отходов для производства товаров, выполнения работ, оказания услуг или получения энергии, а также характеризует процессы обработки отходов, в том числе сжигание

и обеззараживание на специализированных установках, в целях предотвращения негативного воздействия на здоровье человека и окружающую природную среду[10].

В *эколого-экономическом блоке* выделены два индикатора.

1. Затраты на охрану окружающей среды в расчете на одного жителя (тыс. руб/чел.). Показатель отражает вложенные средства на охрану атмосферного воздуха и предотвращение изменения климата, сбор и очистку сточных вод, обращение с отходами, защиту и реабилитацию земель, поверхностных и подземных вод, сохранение биоразнообразия и охрану природных территорий, соотнесенные с численностью населения регионов АЗРФ.

2. Инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды, в расчете на одного жителя (тыс. руб/чел.). Индикатор отражает вклад регионов в сохранение окружающей природной среды АЗРФ через денежный эквивалент, соотнесенный с численностью населения АЗРФ.

В *социально-экологическом блоке* выделены две группы индикаторов. Первая отвечает за комфортность проживания людей в арктических городах.

1. Индекс качества городской среды (балл), рассчитанный Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ. Он отвечает за оценку качества материальной городской среды и условий ее формирования. При построении индекса учитываются критерии оценки по основным городским пространствам (рис. 1). Индекс формируется на основе оценки шести типов городских пространств в соответствии также с шестью критериям оценки качества городской среды. Данная оценка выделяет для каждого типа пространства по каждому из критериев один ключевой индикатор. В результате складывается таблица оценки, состоящая из 36 индикаторов. Так как качество городской среды не является простой суммой качества жилья, улиц, озеленения, инфраструктуры и др., она требует оценки также по индикаторам, значения которых рассчитываются на весь город. К определённым типам пространств в матрице добавляется общегородское пространство, в реальности объединяющее все остальные)[11].

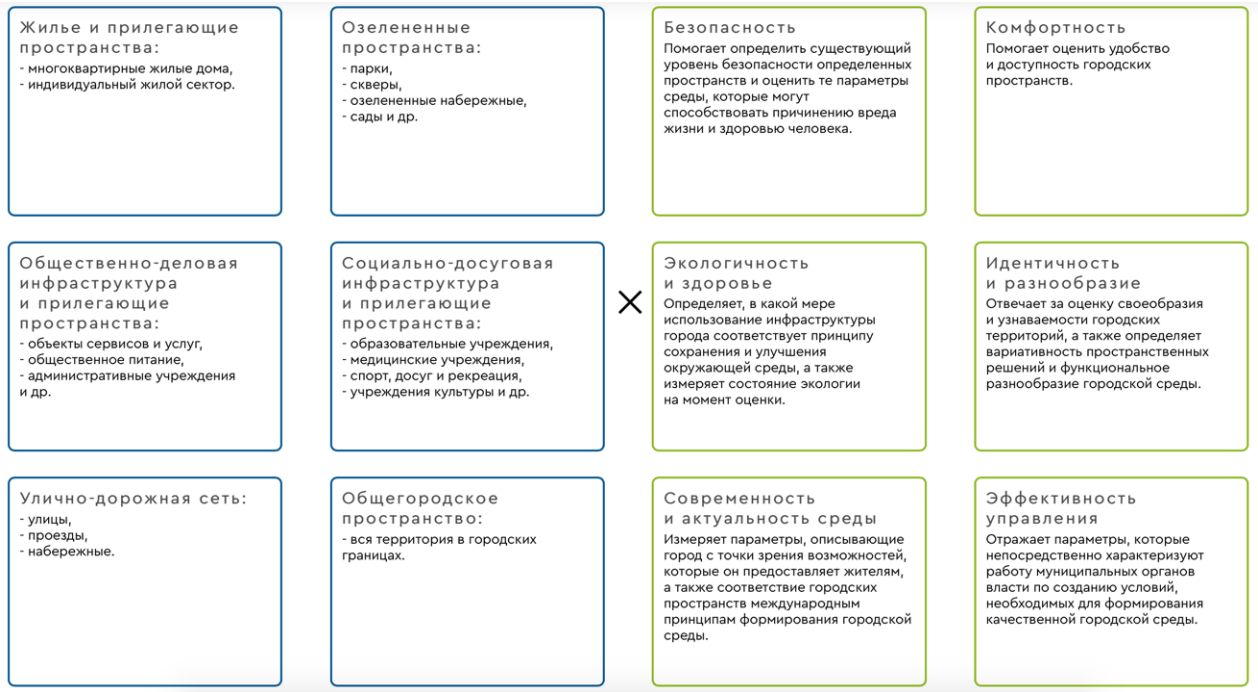

Рис. 1. Пространства и критерии оценки, используемые для расчета индекса качества городской среды (Минстрой РФ)

2. Доля населения, проживающего на территории с высоким и очень высоким уровнем загрязнения воздуха (%). Этот индикатор характеризует воздействие загрязнения атмосферного воздуха на жизнь и здоровье населения АЗРФ.

---

[10] Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ (ред. от 31 декабря 2017 г.) (с изм. и доп., вступ. в силу с 1 января 2018 г.) // Собрание законодательства РФ. 1998. № 26. Ст. 3009.

[11] Индекс качества городской среды. М.: Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ, 2019. URL: https://индекс-городов.рф/#/ (дата обращения: 12.03.2020).

3. Обеспеченность населения чистой питьевой водой (%), отвечающей требованиям безопасности. Этот показатель характеризует качество питьевой воды в АЗРФ и её воздействие на здоровье человека. Главными характеристиками качества питьевой воды являются уровни бактериологического, токсического загрязнения и органолептического состояния, которые регламентируются соответствующими нормативными документами. Они отражены в показателе «Обеспеченность населения питьевой водой, отвечающей требованиям безопасности». Обеспеченность населения питьевой водой в арктических регионах почти на 3 % ниже, чем в среднем по стране. Основными причинами низкого качества питьевой воды являются сброс неочищенных сточных вод, недостаточный контроль за режимом хозяйствования водопользователей, отсутствие у источников водоснабжения зон санитарной охраны, недостаточная эффективность технологий очистки воды в связи с отсутствием современного комплекса водоподготовки и обеззараживания, высокий износ сооружений водоочистительных объектов, станций и водопроводных сетей [22].

Вторая группа индикаторов отвечает за состояние городской инфраструктуры, влияющей на комфортность проживания людей в АЗРФ. В свою очередь, она состоит из двух показателей: 1) степени износа основных фондов (%) в таких областях, как водоснабжение, водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений; 2) степени благоустройства жилищного фонда

Более детально индикаторы экологической безопасности описываются в табл. 2.

Таблица 2

Индикаторы экологической безопасности, используемые при ранжировании городов АЗРФ

Экологические критерии		
В области охраны воздуха	Доля уловленных и обезвреженных загрязняющих атмосферу веществ в общем количестве отходящих загрязняющих веществ от стационарных источников (%)	Характеризует состояние атмосферного воздуха, а также внедрение на предприятиях арктических регионов очистных сооружений и технологий
	Доля проб воздуха, в которых превышена ПДК (%)	Характеризуют состояние атмосферного воздуха в городах АЗРФ, индекс загрязнения атмосферы
	Качество атмосферного воздуха в городах (балл)	
	Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, отходящих от стационарных источников, в расчете на ВРП (т/млн руб.)	Характеризует состояние атмосферного воздуха и экологичность производств регионов Арктики с точки зрения их воздействия на атмосферный воздух
В области охраны водной среды	Доля загрязненных сточных вод в общем объеме сбросов (%)	Характеризует состояние водных объектов и внедрение на предприятиях регионов Арктики очистных сооружений и технологий
	Сброс загрязнённых сточный вод в поверхностные водные объекты в расчете на ВРП ($м^3$/млн руб.)	Характеризует состояние водных объектов и экологичность производств регионов Арктики с точки зрения их воздействия на водные ресурсы
	Объем оборотной и последовательно используемой воды в расчете на ВРП ($м^3$/млн руб.)	Характеризует экономию забора свежей воды в процессе производства в регионах АЗРФ
	Доля потери воды при транспортировке (%)	Характеризует экономию воды при транспортировке к потребителю в регионах АЗРФ
	Количество случаев высокого и экстремально высокого загрязнения поверхностных вод (шт.)	Описывает состояние водных объектов на территории АЗРФ и негативное воздействие производственной деятельности на них

В области обращения с отходами	Отходы производства и потребления в расчете на ВРП (т/млн руб.)	Характеризует ситуацию в сфере отходов производства и потребления, а также экологичность производств регионов Арктики с точки зрения образования отходов
	Доля использованных и обезвреженных отходов 1–4-го классов опасности (%)	Характеризует ситуацию в сфере отходов производства и потребления в Арктике, а также внедрение технологий и методов утилизации отходов
Эколого-экономические критерии		
Затраты и инвестиции	Затраты на охрану окружающей среды на одного городского жителя (тыс. руб/чел.)	Характеризуют сравнение окружающей природной среды Арктики через вложенные средства на ее охрану
	Инвестиции в основной капитал, направленные на охрану природной среды в расчете на одного городского жителя(тыс. руб/чел.)	То же
Социально-экологические критерии		
Комфортность городской среды	Индекс качества городской среды (балл) (Минстрой РФ)	Характеризует оценку качества материальной городской среды и условий ее формирования
	Доля населения в городах с высоким и очень высоким уровнем загрязнения воздуха (%)	Характеризует состояние атмосферного воздуха и его воздействие на здоровье населения в Арктике
	Обеспеченность населения питьевой водой, отвечающей требованиям безопасности (%)	Отвечает за характеристику качества питьевой воды в арктических регионах
Состояние городской инфраструктуры	Степень износа основных фондов (%) в областях: водоснабжение, водоотведение, организация сбора и утилизация отходов, деятельность по ликвидации загрязнений	Характеризует степень износа коммунальной инфраструктуры, объектов ЖКХ, очистных сооружений, сооружений детальности по обращению с отходами в городах АЗРФ

Итак, нами предложена система индикаторов, позволяющая оценить состояние не только окружающей среды, но и экологической безопасности АЗРФ. Она также даёт возможность составить ранжированный список регионов АЗРФ с точки зрения результативности стратегии устойчивого развития данной территории.

На первом этапе для построения индекса устойчивого развития АЗРФ показатели внутри групп индикаторов (ИГ) подвергаются операции нормирования, т. е. преобразованию удельных величин в нормированные в диапазоне от 0 до 1. Иными словами, определяется место того или иного региона среди других регионов с присвоением ему балла от 0 до 1. При этом 1 балл характеризует субъект как лидера, а 0 баллов — как абсолютного аутсайдера [12, с. 7, 23].

На втором этапе ИГ получается путем нахождения суммы всех баллов и деления этого показателя на максимальное число баллов, которое определенный регион может набрать при операции нормирования. В результате расчета каждому региону присваивается индекс от 0 до 1 до тысячного знака после запятой.

Далее, на третьем этапе вычисляется итоговый индекс (ИИ) путем вычисления среднего от индексов всех групп с поправочными коэффициентами — весами, которые были выбраны нами экспертно в соответствии с международными рекомендациями и наиболее распространеннымиаметодиками. Оценка «веса» группы показателей в итоговом рейтинге проводилась на основе принципа значимости важнейших составляющих рейтинга: блока социально-экологической сферы, показателей, оценивающих экологическую обстановку в регионах АЗРФ, комфортность городской среды и уровень развития городской инфраструктуры. Вес равен 1 баллу по каждому индикатору.

Итоговый индекс устойчивого развития регионов теоретически изменяется от 0 до 1 балла. Включение субъектов Федерации, находящихся в АЗРФ лишь частично, обусловливается наличием статистической информации, доступной только для всего региона в целом.

На четвертом этапе производится собственно ранжирование, т. е. определение порядка или ранга элементов по их значению. В нашем случае на основе определенной величины индекса составлен ранжированный список регионов АЗРФ.

Результаты и обсуждение

Ранжирование городов АЗРФ по индексу экологической безопасности

Лидером по группе индикаторов в области безопасности воздушной среды является Ненецкий автономный округ (НАО) и Архангельская область за счет довольно высокой доли улавливаемых загрязняющих атмосферный воздух веществ, низкой доли проб воздуха, превышающих предельно допустимые концентрации (ПДК), и низкого количества выбросов загрязняющих веществ, рассчитанных на ВРП (рис. 2, табл. 3).

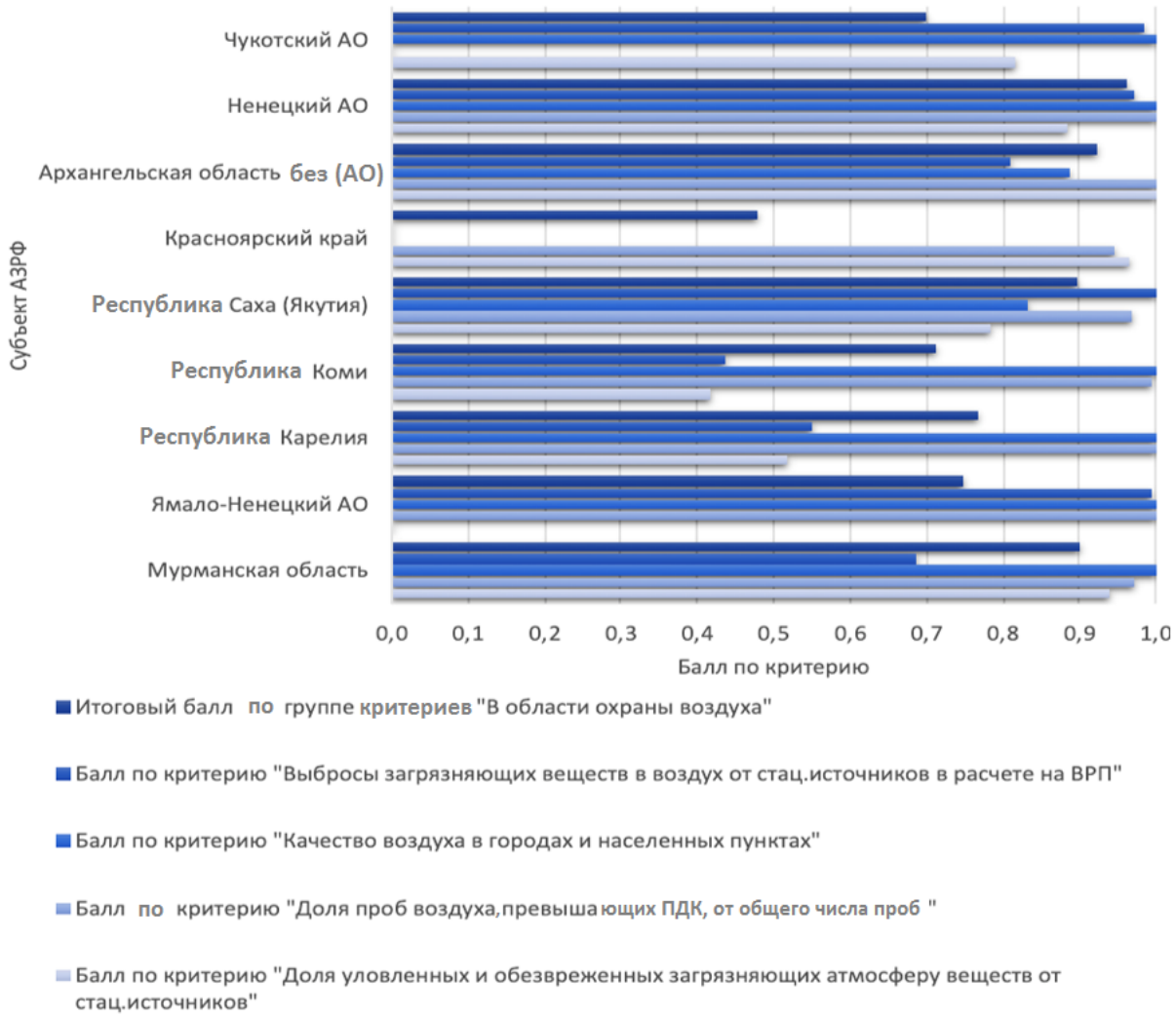

Рис. 2. Итоговые баллы по группе индикаторов в области охраны атмосферного воздуха (2018–2019 гг.)

В целом выбросы в атмосферу в расчете на ВРП в АЗРФ почти в три раза выше, чем в среднем по России. В первую очередь это объясняется высоким уровнем развития тяжелой промышленности в арктических регионах — энергетики, добычи полезных ископаемых, нефте- и газопереработки, лесной промышленности и металлургии. Последние места по группе индикаторов в области охраны воздушной среды занимают Красноярский край и Чукотский автономный округ (ЧАО).

Таблица 3

Баллы по группе индикаторов в области охраны атмосферного воздуха (2018–2019 гг.)

Субъект АЗРФ	Доля уловленных и обезвреженных загрязняющих атмосферу веществ от стационарных источников, %	Балл по критерию «Доля уловленных и обезвреженных загрязняющих атмосферу веществ от стационарных источников»	Доля проб воздуха, превышающих ПДК, от общего числа проб, %	Балл по критерию «Доля проб воздуха, превышающих ПДК, от общего числа проб»	Качество воздуха в городах и населенных пунктах, балл	Балл по критерию «Качество воздуха в городах и населенных пунктах»	Выбросы загрязняющих веществ в воздух от стационарных источников в расчете на ВРП, т/млн руб.	Балл по критерию «Выбросы загрязняющих веществ в воздух от стационарных источников в расчете на ВРП»	Итоговый балл в группе критериев «В области охраны воздуха»	Место по группе критериев
Мурманская область	71,4	0,939	1,2	0,972	1	1,000	0,678	0,686	0,899	3
Ямало-Ненецкий АО	0,0	0,000	0,0	1,000	1	1,000	0,353	0,995	0,749	6
Республика Карелия	39,3	0,517	0,0	1,000	1	1,000	0,819	0,552	0,767	5
Республика Коми	31,8	0,418	0,2	0,995	1	1,000	0,940	0,437	0,713	7
Республика Саха (Якутия)	59,6	0,784	1,4	0,967	2	0,833	0,348	1,000	0,896	4
Красноярский край	73,4	0,966	2,3	0,946	4	0,000	1,399	0,000	0,478	9
Архангельская область (без НАО)	76,0	1,000	0,0	1,000	1	0,889	0,549	0,809	0,925	2
Ненецкий АО	67,1	0,883	0,0	1,000	1	1,000	0,378	0,971	0,964	1
Чукотский АО	62,0	0,816	42,9	0,000	1	1,000	0,364	0,985	0,700	8

Примечание. Качество воздуха в городах: 1 — низкий уровень загрязнения; 4 — очень высокий; 1 — max,0 — min, чем выше, тем лучше.

По группе показателей в области охраны водных ресурсов первые места занимают такие субъекты АЗРФ, как ЧАО и НАО. Последние места же занимают Ямало-Ненецкий автономный округ (ЯНАО) и Архангельская область (без НАО) (рис. 3, табл. 4). В абсолютных значениях наибольший объем сброшенных загрязненных сточных вод имеет место в Мурманской области, Республике Карелия, а также в Архангельской области. При соотнесении данного показателя с ВРП наиболее негативно влияющие на водную среду промышленные производства расположены в Карелии и Мурманской области. Наименьший объем загрязненных сбросов в воды в расчете на ВРП характерен для нефтегазодобывающих регионов. Такой существенный разброс значений данного индикатора объясняется отраслевой структурой промышленности регионов: в Архангельской, Мурманской областях и Республике Карелия основными загрязняющими предприятиями являются целлюлозно-бумажные и горно-обогатительные производства.

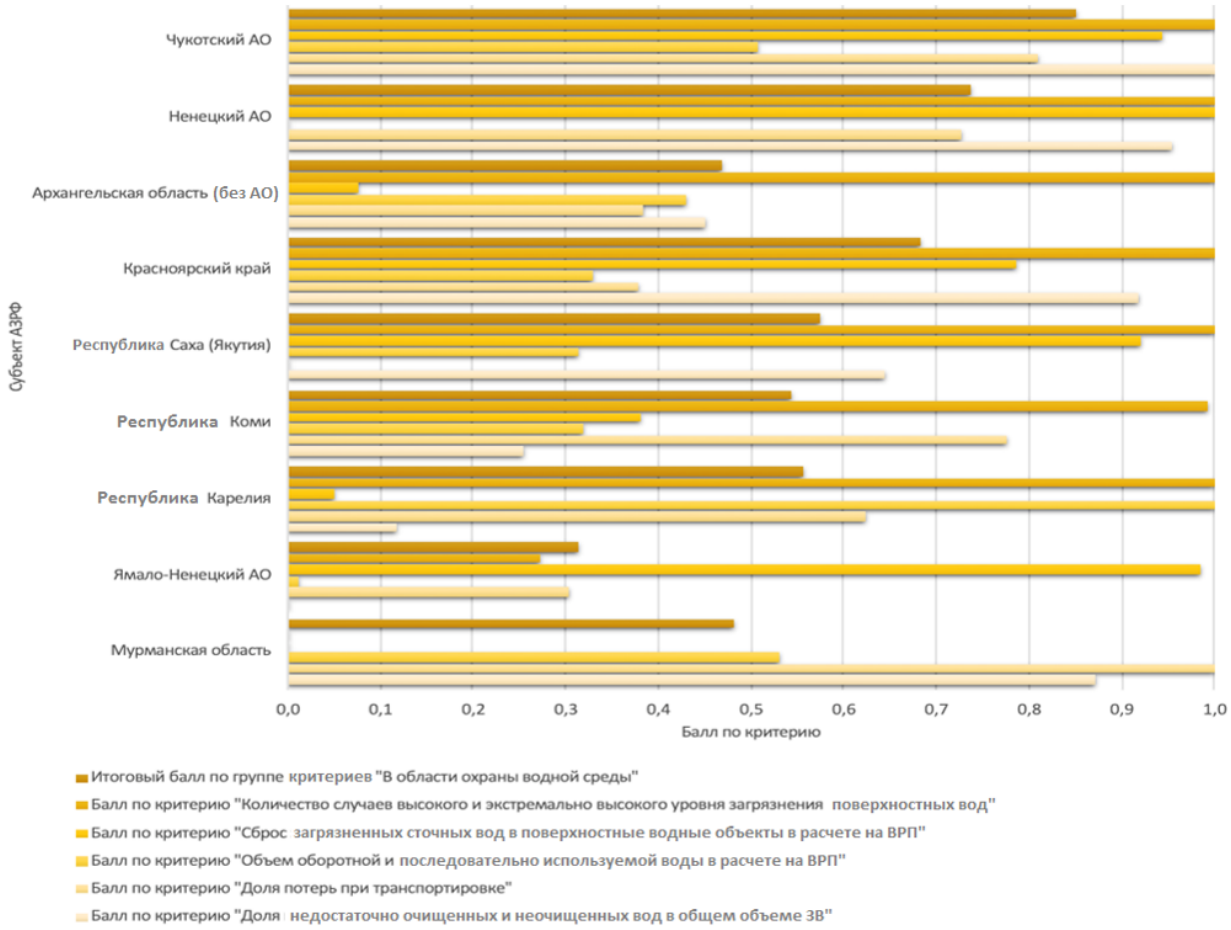

Рис. 3. Баллы по группе индикаторов в области охраны водной среды (2018–2019 гг.)

Наибольший объем оборотной и последовательно используемой воды в расчете на ВРП характерен для Республики Карелия. Также высокие значения данного показателя у Республики Коми, ЧАО и Мурманской области. Большое значение для определения влияния промышленности на гидросферу имеет показатель доли недостаточно очищенных и неочищенных вод в общем объеме сбросов. Здесь аутсайдерами являются ЯНАО и Республика Карелия, а лидерами — ЧАО и НАО [22]. По показателю «Доля потерь воды при транспортировке» лидирует Мурманская область, последнее место занимает Республика Саха (Якутия). Также в Мурманской области наблюдается максимально возможное количество случаев высокого и экстремально высокого загрязнения водных объектов: она по этому показателю занимает последнее место.

Практически во всех арктических регионах, как и по России в целом, увеличиваются объемы образования отходов производства и потребления как в расчете на ВРП, так и в абсолютных значениях.

Таблица 4

Баллы по группе индикаторов в области охраны водных ресурсов (2018–2019 гг.)

Субъект АЗРФ	Доля недостаточно очищенных и неочищенных вод в общем объеме сбросов ЗВ, %	Балл по критерию «Доля недостаточно очищенных и неочищенных вод в общем объеме сбросов ЗВ»	Доля потерь при транспортировке, %	Балл по критерию «Доля потерь при транспортировке»	Объем оборотной и последовательно используемой воды в расчете на ВРП, $м^3$/млн руб.	Балл по критерию «Объем оборотной и последовательно используемой воды в расчете на ВРП»	Сброс загрязнённых сточный вод в поверхностные водные объекты в расчете на ВРП, $м^3$/млн руб.	Балл по критерию «Сброс загрязнённых сточный вод в поверхностные водные объекты в расчете на ВРП»	Количество случаев высокого и экстремально высокого уровня загрязнения поверхностных вод, шт.	Балл по критерию «Количество случаев высокого и экстремально высокого уровня загрязнения поверхностных вод»	Итоговый балл по группе критерием «В области охраны водной среды»	Место по группе критериев
Мурманская область	21,8	0,872	0,6820	1,000	2364,315	0,532	749,223	0,000	132	0,0000	0,4808	7
Ямало-Ненецкий АО	78,8	0,000	4,0566	0,304	112,129	0,013	12,078	0,986	96	0,2727	0,3149	9
Республика Карелия	71,1	0,117	2,5108	0,623	4396,215	1,000	712,258	0,049	0	1,0000	0,5578	5
Республика Коми	62,1	0,255	1,7707	0,775	1436,339	0,318	464,851	0,380	1	0,9924	0,5443	6
Республика Саха (Якутия)	36,6	0,645	5,5276	0,000	1418,318	0,314	61,533	0,920	0	1,0000	0,5757	4
Красноярский край	18,7	0,919	3,6969	0,378	1491,779	0,331	162,034	0,785	0	1,0000	0,6826	3
Архангельская область (без НАО)	49,4	0,450	3,6723	0,383	1918,309	0,429	691,533	0,077	0	1,0000	0,4677	8
Ненецкий АО	16,4	0,954	2,0000	0,728	57,869	0,000	1,519	1,000	0	1,0000	0,7364	2
Чукотский АО	13,4	1,000	1,6000	0,811	2255,234	0,506	43,795	0,943	0	1,0000	0,8521	1

Примечание. 1 — max; 0 — min, чем выше, тем лучше.

Наибольшее количество отходов производства и потребления в расчете на ВРП формируется в Республике Карелия и Мурманской области (рис. 4, табл. 5). Наибольшая часть образующихся отходов в этих регионах относится к предприятиям добывающей промышленности. В абсолютных значениях показатель наибольшего количества годовых отходов наблюдается в Красноярском крае и Якутии, наименьший — в ЯНАО.

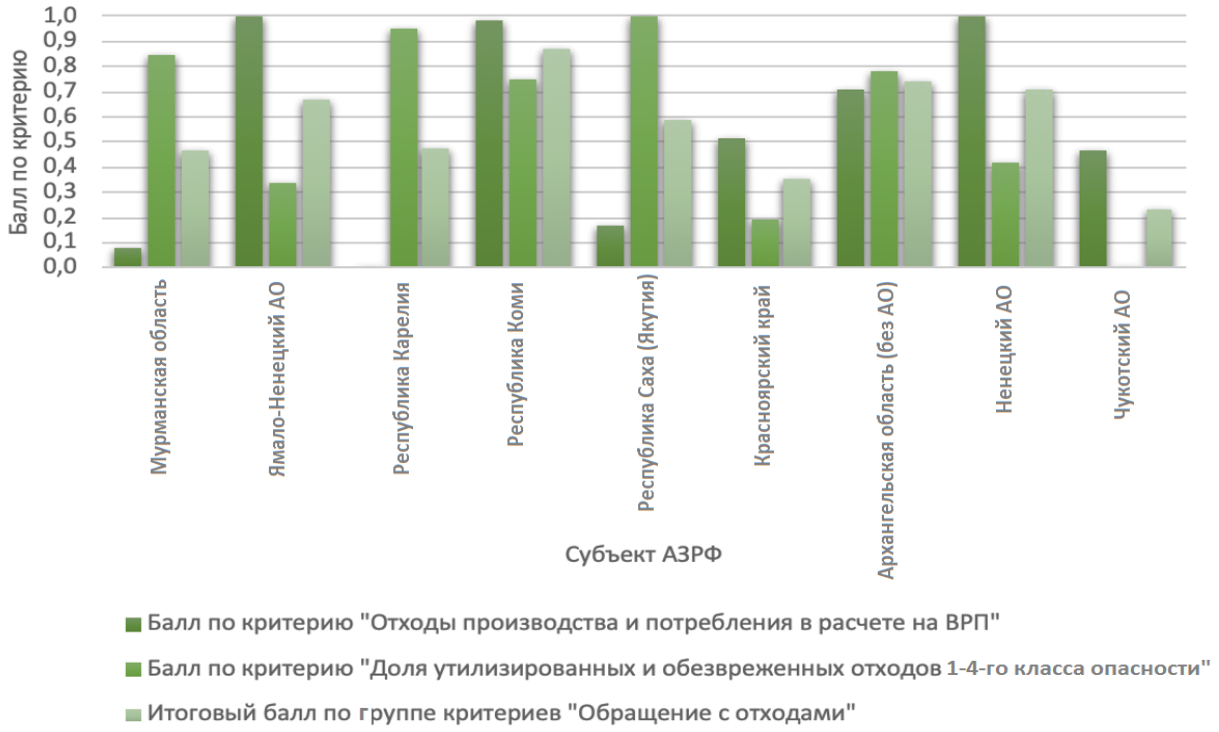

Рис. 4. Баллы по группе индикаторов в области обращения с отходами производства и потребления (2018–2019 гг.)

Таблица 5

Баллы по группе индикаторов в области обращения с отходами производствами и потребления (2018–2019 гг.)

Субъект АЗРФ	Отходы производства и потребления в расчете на ВРП, т/млн руб.	Балл по критерию «Отходы производства и потребления в расчете на ВРП»	Доля утилизированных и обезвреженных отходов 1-4-го классов опасности, %	Балл по критерию «Доля утилизированных и обезвреженных отходов 1-4-го классов опасности»	Итоговый балл по группе критериев «Обращение с отходами»	Место по группе критериев
Мурманская область	515,004	0,083	80	0,844	0,463	7
Ямало-Ненецкий АО	0,381	1,000	41	0,338	0,669	4
Республика Карелия	561,287	0,000	89	0,955	0,477	6
Республика Коми	9,121	0,984	73	0,753	0,869	1
Республика Саха (Якутия)	466,001	0,170	92	1,000	0,585	5
Красноярский край	273,151	0,514	30	0,195	0,354	8
Архангельская область (без НАО)	164,679	0,707	75	0,779	0,743	2
Ненецкий АО	0,427	1,000	47	0,416	0,708	3
Чукотский АО	300,223	0,465	15	0,000	0,233	9

Примечание. 1 — max; 0 — min, чем выше, тем лучше.

В большинстве субъектов АЗРФ доля утилизированных и обезвреженных отходов значительно ниже, чем в среднем по России. Самые низкие значения данного показателя были отмечены в регионах старого освоения с неразвитой обрабатывающей промышленностью (ЧАО) и, наоборот, с развитой промышленностью (Красноярский край и ЯНАО).

В группе индикаторов, связанных с обращением с отходами производства и потребления, лидируют Республика Коми, Архангельская область и НАО. Они занимают лидирующие позиции за счет низкого показателя образования отходов производства и потребления, рассчитанного на объем ВРП. Последнее место принадлежит ЧАО за счет показателя низкой доли переработки отходов от общего количества отходов и высокого количества образованных отходов в расчете на ВРП.

В группе показателей «Затраты и инвестиции в охрану окружающей среды» лидирует ЯНАО. Последние места занимают Республика Карелия и Архангельская область без учета НАО (рис. 5, табл. 6).

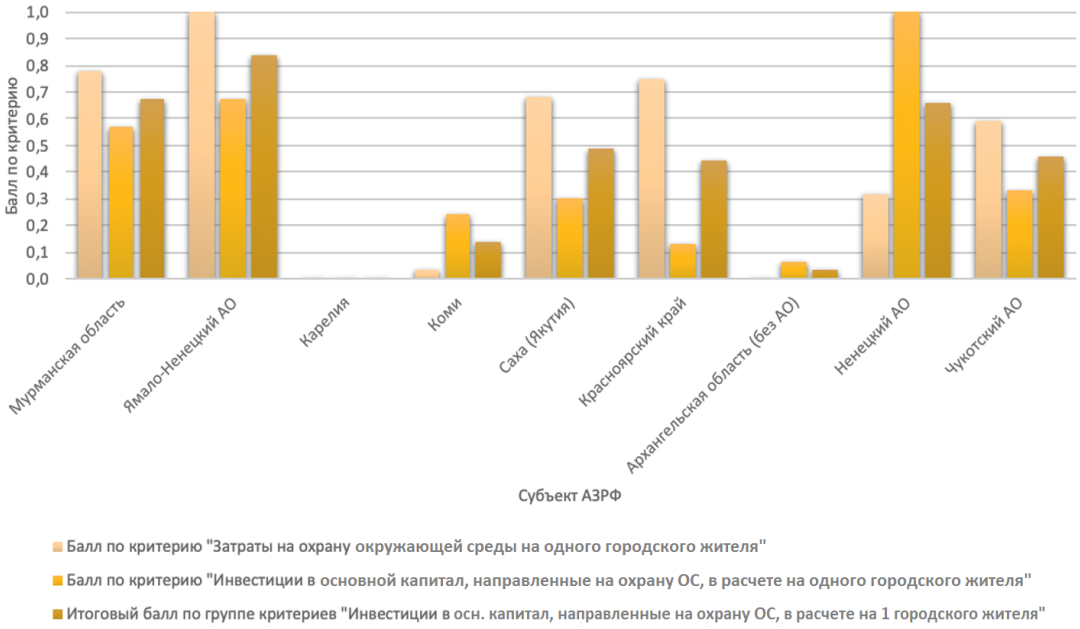

Рис. 5. Баллы по группе индикаторов «Затраты и инвестиции в охрану окружающей среды» (2018–2019 гг.)

Таблица 6

Баллы по группе индикаторов «Затраты и инвестиции в охрану окружающей среды» (2018–2019 гг.)

Субъект АЗРФ	Затраты на охрану окружающей среды на одного городского жителя, тыс. руб/чел.	Балл по критерию «Затраты на охрану окружающей среды на одного городского жителя»	Инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды, в расчете на одного городского жителя, тыс. руб/чел.	Балл по критерию «Инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды, в расчете а одного городского жителя»	Итоговый балл по группе критериев «Инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды, в расчете на одного городского жителя»	Место в группе критериев
1	2	3	4	5	6	7
Мурманская область	8882,961	0,779	16175,645	0,569	0,674	2
Ямало-Ненецкий АО	10382,271	1,000	19187,442	0,677	0,838	1
Республика Карелия	3605,063	0,003	234,790	0,000	0,001	9

Окончание таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7
Республика Коми	3828,220	0,036	7067,454	0,244	0,140	7
Республика Саха (Якутия)	8201,061	0,679	8654,809	0,301	0,490	4
Красноярский край	8666,412	0,748	4038,587	0,136	0,442	6
Архангельская область (без НАО)	3585,453	0,000	2119,876	0,067	0,034	8
Ненецкий АО	5730,639	0,316	28244,292	1,000	0,658	3
Чукотский АО	7589,577	0,589	9498,994	0,331	0,460	5

Примечание. 1 — max; 0 — min, чем выше, тем лучше.

В группе показателей комфортности городской среды последние места принадлежат Республике Саха (Якутия) и Красноярскому краю (рис. 6, табл. 7). Они оказались там за счет низкого индекса качества городской среды, высокого процента населения в городах с высоким и очень высоким уровнем загрязнения воздуха (Красноярский край — 61 %) и низкой доли обеспеченности населения водой, отвечающей требованиям безопасности (Якутия — 17,1 %). Лидерами в группе индикаторов комфортности городской среды выступают ЯНАО и Республика Коми за счет высоких показателей по доле обеспеченности населения качественной питьевой водой и низкого процента населения, проживающего в городах с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха. Также в городах ЯНАО, по данным Минстроя, отмечен один из самых высоких индексов качества городской среды по АЗРФ.

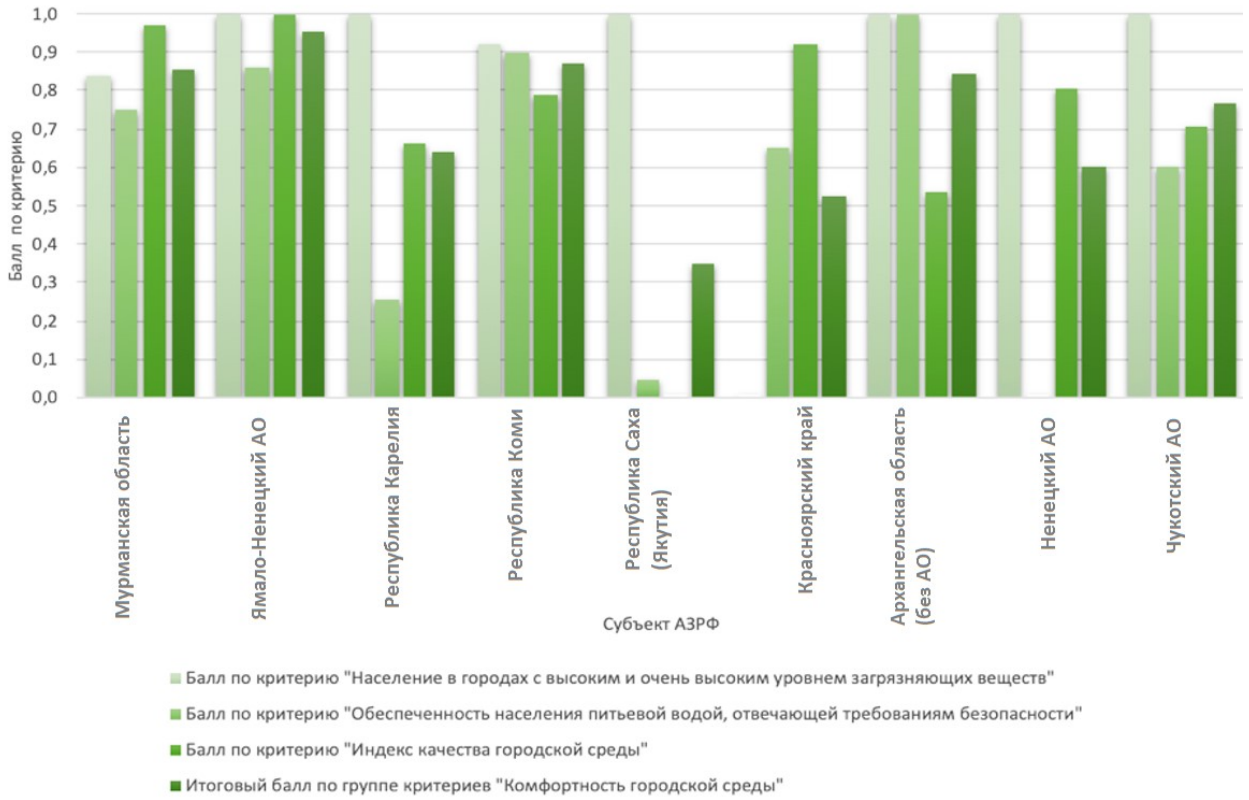

Рис. 6. Баллы по группе индикаторов «Комфортность городской среды» (2018–2019 гг.)

Таблица 7

Баллы по группам индикаторов в области состояния городской инфраструктуры и комфортности городской среды (2018–2019 гг.)

Субъект АЗРФ	Степень износа основных фондов, %	Балл по критерию «Степень износа основных фондов»	Итоговый балл по критерию «Состояние городской инфраструктуры»	Место по группе критериев	Доля населения в городах с высоким и очень высоким уровнем загрязняющих веществ, %	Балл по критерию «Доля населения в городах с высоким и очень высоким уровнем загрязняющих веществ»	Обеспеченность населения питьевой водой, отвечающей требованиям безопасности, %	Балл по критерию «Обеспеченность населения питьевой водой, отвечающей требованиям безопасности»	Индекс качества городской среды, балл	Балл по критерию «Индекс качества городской среды»	Итоговый балл по группе критериев «Комфортность городской среды»	Место по группе критериев
Мурманская область	56,8	0,000	0,000	9	10	0,836	58,5	0,749	186	0,972	0,852	3
Ямало-Ненецкий АО	41,8	0,598	0,598	3	0	1,000	65,0	0,859	188	1,000	0,953	1
Республика Карелия	34,5	0,888	0,888	2	0	1,000	29,6	0,258	164	0,662	0,640	6
Республика Коми	45,6	0,446	0,446	4	5	0,918	67,4	0,900	173	0,789	0,869	2
Республика Саха (Якутия)	45,9	0,434	0,434	5	0	1,000	17,1	0,046	117	0,000	0,349	9
Красноярский край	31,7	1,000	1,000	1	61	0,000	52,7	0,650	182	0,920	0,523	8
Архангельская область (без НАО)	49,6	0,287	0,287	8	0	1,000	73,3	1,000	155	0,535	0,845	4
Ненецкий АО	46,4	0,414	0,414	6	0	1,000	14,4	0,000	174	0,803	0,601	7
Чукотский АО	49,4	0,295	0,295	7	0	1,000	49,8	0,601	167	0,704	0,768	5

Примечание. — max, 0 — min, чем выше, тем лучше.

По группе индикаторов «Состояние городской инфраструктуры» первые места занимают Красноярский край и Республика Карелия за счет низкого показателя износа основных фондов в области водоснабжения, водоотведения, обращения с отходами (31 и 35 % соответственно). Аутсайдерами здесь являются Мурманская область, в которой степень износа фондов составляет более половины, а также НАО и ЧАО с показателями доли износа основных фондов почти 50 % (рис. 7, табл. 7).

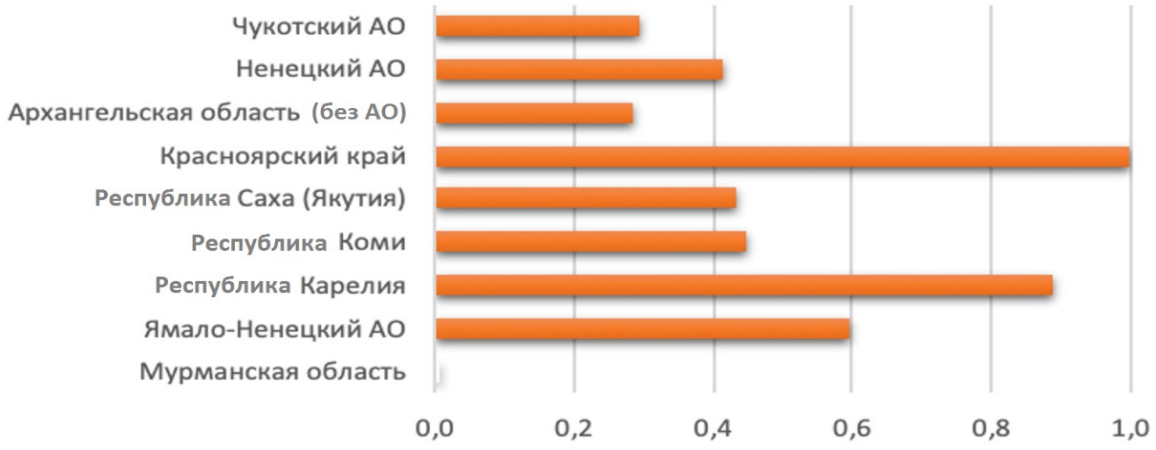

Рис. 7. Итоговые баллы по группе индикаторов «Состояние городской инфраструктуры» (2018–2019 гг.)

По результатам расчетов был сформирован рейтинг регионов АЗРФ (табл. 8).

Таблица 8

Индексы экологической безопасности регионов АЗРФ по группам показателей, итоговый индекс и место в рейтинге (2018–2019 гг.)

Субъект АЗРФ	Блок критериев						Сумма баллов	Индекс итог	Место в рейтинге
	экологические			социально-экологические		эколого-экономические			
	воздух	вода	отходы	состояние ЖКХ	комфортность городской среды	затраты и инвестиции			
Мурманская область	0,899	0,481	0,463	0,000	0,852	0,674	3,370	0,637	4
Ямало-Ненецкий АО	0,749	0,315	0,669	0,598	0,953	0,838	4,122	0,649	3
Республика Карелия	0,767	0,558	0,477	0,888	0,640	0,001	3,332	0,566	8
Республика Коми	0,713	0,544	0,869	0,446	0,869	0,140	3,581	0,626	5
Республика Саха (Якутия)	0,896	0,576	0,585	0,434	0,349	0,490	3,330	0,594	7
Красноярский край	0,478	0,683	0,354	1,000	0,523	0,442	3,480	0,558	9
Архангельская область (без АО)	0,925	0,468	0,743	0,287	0,845	0,034	3,301	0,612	6
Ненецкий АО	0,964	0,736	0,708	0,414	0,601	0,658	4,081	0,734	1
Чукотский АО	0,700	0,852	0,233	0,295	0,768	0,460	3,308	0,650	2
Число показателей	4	5	2	1	3	2			
Вес	0,235	0,294	0,118	0,059	0,176	0,118			

Первое место в рейтинге принадлежит НАО. В основном данный регион достиг лидерской позиции за счет высоких баллов в блоке экологических индикаторов: показатели в области охраны атмосферного воздуха, водных объектов и обращения с отходами производства и потребления.

Аутсайдером в рейтинге по экологической безопасности является Красноярский край. Регион занимает последние места по группе показателей в области охраны воздуха. Он также занимает

достаточно низкие позиции в блоке эколого-экономических индикаторов и по группе показателей в области обращения с отходами производства и потребления.

Второе место в рейтинге занимает ЧАО за счет высоких баллов в экологической сфере: в группе индикаторов, отражающих состояние охраны воды и воздуха. Также высок балл по комфортности городской среды.

Третье место в рейтинге принадлежит ЯНАО за счет высоких баллов по блоку экологических индикаторов: в области охраны атмосферного воздуха и в области обращения с отходами. Он также занимает лидирующую позицию по показателям в области комфортности городской среды. Кроме того, у него достаточно высоки показатели затрат и инвестиций в охрану окружающей среды, рассчитанные на одного городского жителя.

Нефте- и газодобывающие регионы АЗРФ имеют достаточно высокие показатели в области инвестиций и затрат на охрану окружающей среды и воспроизводство природных ресурсов. Благодаря этому они не занимают последние места в рейтинге. К этой же категории можно отнести и Мурманскую область, где располагается множество предприятий добывающей промышленности, которые также вкладываются в охрану окружающей среды, дабы компенсировать негативное воздействие их хозяйственной деятельности.

Лидерами по группе индикаторов в области охраны воздушной среды являются НАО и Архангельская область (рис. 8). По группе показателей в области негативного влияния на водные ресурсы первое и второе места занимают ЧАО и НАО соответственно, последние места занимают ЯНАО и Архангельская область (без Ненецкого АО). В группе индикаторов, связанных с обращением с отходами производства и потребления, первенствуют Республика Коми, Архангельская область и НАО. В группе показателей по затратам и инвестициям в охрану окружающей среды лидирует ЯНАО. В группе показателей по комфортности городской среды первые места занимают ЯНАО и Республика Коми, а в группе индикаторов состояния городской инфраструктуры — Красноярский край и Республика Карелия соответственно.

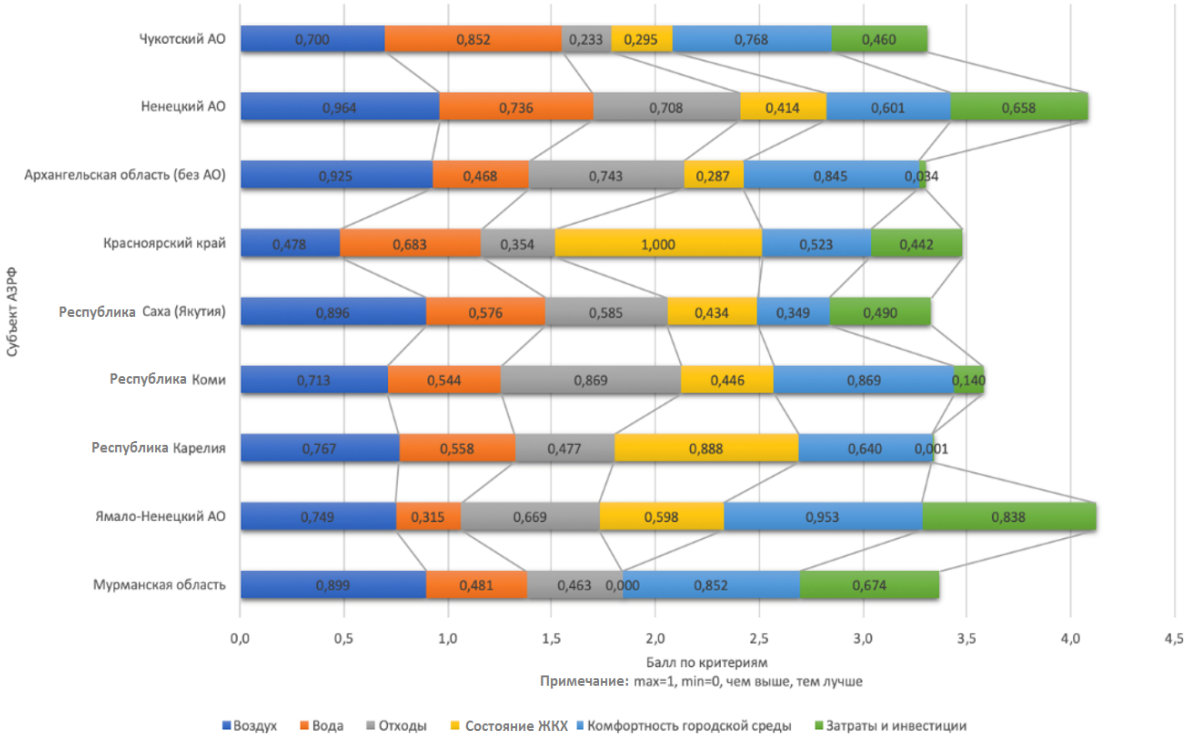

Рис. 8. Индексы регионов АЗРФ по группам индикаторов (2018–2019 гг.)

Выводы

Поскольку практически все регионы АЗРФ характеризуются высоким уровнем накопленного экологического ущерба, усугубляющимся негативным воздействием глобальных изменений климата, для них остро стоит вопрос обеспечения их экологической безопасности и устойчивого развития. Для выработки адекватных управленческих решений в этой области, прежде всего, необходимо наладить

эффективную систему мониторинга происходящих процессов. В свою очередь, для этого нужно разработать индекс экологической безопасности АЗРФ, по которому можно было бы оценить состояние окружающей природной среды, её влияние на здоровье и жизнь людей, который также способствовал бы достижению экологической безопасности такого важного для страны макрорегиона.

Нами была разработана собственная методика построения рейтинга регионов АЗРФ на основе индекса экологической безопасности. При этом был учтён опыт существующих методик, включая их особенности, достоинства и недостатки. Важным отличием нашей методики от имеющихся зарубежных и российских аналогов является использование не только количественных, но и качественных показателей.

Экологический блок индикаторов наиболее детализирован. В нём выделены три группы показателей по основным направлениям негативного антропогенного влияния на окружающую среду: воздействие на атмосферный воздух и водную среду, а также обращение с отходами производства и потребления.

В эколого-экономическом блоке индикаторов экологической безопасности выделены такие показатели, как затраты на охрану окружающей среды и инвестиции в основной капитал, направленные на эти цели, в расчете на одного жителя региона.

В социально-экологическом блоке выделяются два главных параметра: комфортность проживания людей в арктических городах (индекс качества городской среды, доля населения в регионах и городах с высоким и очень высоким уровнем загрязнения, обеспеченность населения чистой питьевой водой) и состояние городской инфраструктуры (степень износа основных фондов в таких областях, как водоснабжение, водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений, а также степень благоустройства жилищного фонда).

На основе указанного индекса был составлен рейтинг регионов АЗРФ в области экологической безопасности. Первое и второе места в нем принадлежат Ненецкому и Чукотскому автономным округам. У них высоки показатели по критериям экологического и эколого-экономического блоков. Аутсайдером рейтинга является Красноярский край, занимающий последние позиции практически по всем группам критериев — экологической (обращение с отходами, воздействие на водную и воздушную среды), экономической (затраты и инвестиции в охрану окружающей среды) и социально-экологической (комфортность городской среды и состояние городской инфраструктуры).

Этот рейтинг может иметь практическое применение в работе федеральных, региональных и муниципальных органов власти, занимающихся планированием и реализацией стратегии устойчивого развития регионов и городов АЗРФ, а также в деятельности научных и некоммерческих организаций, осуществляющих мониторинг, анализ и оценку эффективности указанной стратегии.

Литература

1. Polar Regions / J. N. Larsen et al. // Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK and New York: Cambridge University Press, 2014. P. 1567–1612. URL: https://www.researchgate.net/publication/273118910_Polar_regions (дата обращения: 14.08.2020).
2. Лексин В. Н., Порфирьев Б. Н. Специфика трансформации пространственной системы и стратегии переосвоения Российской Арктики в условиях изменения климата // Экономика региона. 2017. Вып. 3. С. 641–657.
3. Порфирьев Б. Н., Терентьев Н. Е. Эколого-климатические риски социально-экономического развития Арктической зоны Российской Федерации // Экологический вестник России. 2016. № 1. С. 32–39.
4. Bobylev N. Urban physical infrastructure adaptation to climate change // Global Change, Energy Issues and Regulation Policies, Integrated Science & Technology Program; ed. by J. Saulnier, M. Varella. Vol. 2. Dordrecht: Springer, 2013. P. 77–102. DOI: 10.1007/978-94-007-6661-7_4
5. Climate change and Arctic ecosystems: 2. Modeling, paleodata-model comparisons, and future projections / J. O. Kaplan et al. // Journal of Geophysical Research: Atmospheres. 2003. Vol. 108, No. D19. 8171. P. 12-1-12-17. DOI: 10.1029/2002JD002559
6. Маркелова С. В. Прохорова Л. М. Обеспечение экологической безопасности региона как критерий устойчивого развития // Успехи современной науки. 2016. Т. 2, № 9. С. 67–73.

7. Милешко Л. П. Общая теория обеспечения экологической безопасности. Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2016. 170 с.
8. Основные положения стратегии устойчивого развития России / под ред. А. М. Шелехова. М.: Комиссия Государственной Думы по проблемам устойчивого развития, 2002. 161 с.
9. Конышев В. Н., Сергунин А. А., Субботин С. В. Государственный приоритет — устойчивое развитие Российской Арктики // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2017. № 3 (348). С. 416–430.
10. Ноговицин Р. Р., Васильева А. М. Обеспечение экологической безопасности в Арктической зоне Российской Федерации // Проблемы современной экономики. 2018. № 4 (68). С. 203–205.
11. Арустамов Э. А. Рейтинги и критерии оценки экологического состояния городов и регионов России // Науковедение. 2017. Т. 9, № 4. URL: http://naukovedenie.ru/PDF/41EVN417.pdf (дата обращения: 14.08.2020).
12. Тронин А. А. Ранжирование регионов России по уровню экологической безопасности // Региональная экология. 2019. № 1 (55). С. 5–12. DOI:10.30694/1026-5600- 2019-1-5-12
13. Governance by Indicators: Global Power through Quantification and Rankings / ed. by K. E. Davis, A. Fisher, B. Kingsbury and S. E. Merry. Oxford: Oxford University Press, 2012. 504 p.
14. Achieving a Sustainable Urban America. The U.S. Cities Sustainable Development Goals Index / M. Prakash et al. N. Y.: UN Sustainable Development Solutions Network, 2017. URL: http://unsdsn.org/wp-content/uploads/2017/08/US-Cities-SDG-Index-2017.pdf (дата обращения: 22.04.2020).
15. Indicators for digitalization of sustainable development goals in PEEX Program / S. N. Bobylev et al. // Geography, Environment, Sustainability. 2018. Vol. 11, No. 1. P. 145–156. DOI-10.24057/2071-9388-2018-11-1-145-156
16. Arctic Human Development Report: Regional Processes and Global Linkages / ed. by J. N. Larsen and G. Fondahl. Copenhagen: Nordic Council of Ministers, 2014. 500 p.
17. Urban Sustainability in the Arctic: Measuring Progress in Circumpolar Cities / ed. by R. W. Orttung. N. Y.; Oxford: Berghahn, 2020. 310 p.
18. Berman M., Orttung R. Measuring Progress toward Urban Sustainability: Do Global Measures Work for Arctic Cities? // Sustainability. 2020. Vol. 12, No. 3708. DOI: 10.3390/su12093708
19. Полярный индекс. Регионы. Рейтинг устойчивого развития регионов Арктики / С. Н. Бобылев и др. М.: Проектный офис развития Арктики «ПОРА», 2018. 26 с. URL: https://porarctic.ru/wp-content/uploads/2018/11/Polyarnyi-indeks.-Regiony.pdf (дата обращения: 14.08.2020).
20. Эколого-экономический индекс регионов РФ. Методика и показатели для расчета / С. Н. Бобылев и др.; под ред. А. Я. Резниченко, Е. А. Шварц, А. И. Постнова. М.: WWF России / РИА Новости, 2012. 147 с.
21. Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье населения (обзор литературы) / Р. А. Голиков и др. // Медицинские науки. 2017. № 5. С. 20–31.
22. Смиренникова Е. В., Уханова А. В., Воронина Л. В. Оценка состояния окружающей среды и обеспечения экологической безопасности в Российской Арктике // Управленческое консультирование. 2018. № 9. С. 59–78. DOI 10.22394/1726-1139-2018-9-59-78
23. Чертко Н. К., Карпиченко А. А. Математические методы в географии: учеб.-метод. пособие. Мн.: Издательство Белорусского государственного университета, 2009. 199 с.

References

1. Larsen J. N., Anisimov O. A., Constable A., Hollowed A. B., Maynard N., Prestrud P., Prowse T. D., Stone J. M. R. Polar Regions. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK and New York, Cambridge University Press, 2014. P. 1567–1612. Available at: https://www.researchgate.net/publication/273118910_Polar_regions (accessed 14.08.2020).
2. Leksin V. N., Porfiriev B. N. Spetsifika transformatsii prostranstvennoi sistemy i strategii pereosvoeniya Rossiyskoi Arktiki v usloviyakh izmeneniya klimata [Peculiarities of transformation of the Russian Arctic's special system and exploration strategy in the context of climate change]. *Ekonomika regiona* [Regional Economics], 2017, no. 3, pp. 641–657. (In Russ.).
3. Porfiriev B. N., Terentiev N. E. Ekologo-klimaticheskie riski sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Arkticheskoi Zony Rossiyskoi Federatsii [Ecological and economic risks of socioeconomic development of the Arctic Zone of the Russian Federation]. *Ekologicheskiy Vestnik Rossii* [Russian Ecological Bulletin], 2016, no. 1, pp. 32–39. (In Russ.).

4. Bobylev N. Urban physical infrastructure adaptation to climate change. In: *Global Change, Energy Issues and Regulation Policies, Integrated Science & Technology Program*. Vol. 2. Dordrecht, Springer, 2013, pp. 77–102. DOI: 10.1007/978-94-007-6661-7_4
5. Kaplan J. O., Bigelow N. H., Prentice I. C., Harrison S. P., Bartlein P. J. et al. Climate change and Arctic ecosystems: 2. Modeling, paleodata-model comparisons, and future projections. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 2003, vol. 108, no. D19, 8171, pp. 12-1-12-17. DOI: 10.1029/2002JD002559
6. Markelova S. V., Prokhorova L. M. Obespechenie ekologicheskoi bezopasnosti regiona kak kriteriy ustoychivogo razvitiya [Ensuring a region's ecological security as a criterion of sustainable development]. *Uspekhi sovremennoi nauki* [Achievements of Contemporary Science], 2016, vol. 2, no. 9, pp. 67–73. (In Russ.).
7. Mileshko L. P. *Obshaya Teoriya Obespecheniya Ekologicheskoi Bezopasnosti* [General Theory of Ensuring Environmental Security]. Taganrog, Southern Federal University Press, 2016, 170 p. (In Russ.).
8. *Osnovnye Polozheniya Strategii Ustoichivogo Razvitiya Rossii* [Basic Principles of Russia's Sustainable Development Strategy]. Moscow, State Duma's Commission on Sustainable Development, 2002, 161 p. (In Russ.).
9. Konyshev V. N., Sergunin A. A., Subbotin S. V. Gosudarstvenniy prioritet — ustoichivoe razvitie Rossiyskoi Arktiki [The state priority — the Russian Arctic's sustainable development]. *Natsional'nye Interesy: Prioritety i* Bezopasnost [National Interests: Priorities and Security], 2017, no. 3 (348), pp. 416–430. (In Russ.).
10. Nogovitsin R. R., Vasilieva A. M. Obespechenie ekologicheskoi bezopasnosti v Arkticheskoi Zone Rossiyskoi Federatsii [Ensuring environmental security in the Arctic Zone of the Russian Federation]. *Problemy Sovremennoi Ekonomiki* [Problems of Contemporary Economy], 2018, No. 4 (68), pp. 203–205. (In Russ.).
11. Arustamov E. A. Reitingi i kriterii otsenki ekologicheskogo sostoyania gorodov i regionov Rossii [Ratings and criteria of environmental assessment of Russian regions and cities]. *Naukovedenie* [Science Studies], 2017, vol. 9, no. 4. (In Russ.). Available at: http://naukovedenie.ru/PDF/41EVN417.pdf (accessed 14.08.2020).
12. Tronin A. A. Ranzhirovanie regionov Rossii po urovnyu ekologicheskoi bezopasnosti [Ranking Russian regions by the level of environmental security]. *Regional'naya Ekologiya* [Regional Environment], 2019, No. 1 (55), pp. 5–12. (In Russ.). DOI: 10.30694/1026-5600- 2019-1-5-12
13. *Governance by Indicators: Global Power through Quantification and Rankings*. Oxford, Oxford University Press, 2012. 504 p.
14. Prakash M., Teksoz K., Espey J., Sachs J. D. *Achieving a Sustainable Urban America. The U. S. Cities Sustainable Development Goals Index.* New York, UN Sustainable Development Solutions Network, 2017. Available at: http://unsdsn.org/wp-content/uploads/2017/08/US-Cities-SDG-Index-2017.pdf (accessed 22.04.2020).
15. Bobylev S. N., Chereshnya O. Y, Kulmala M., Lappalainen H. K., Petaja T., V. Solov'eva S. V., Tikunov V. S., Tynkkynen V.-P. Indicators for digitalization of sustainable development goals in PEEX Program. *Geography, Environment, Sustainability*, 2018, vol. 11, no. 1, pp. 145–156. DOI-10.24057/2071-9388-2018-11-1-145-156
16. *Arctic Human Development Report: Regional Processes and Global Linkages.* Copenhagen, Nordic Council of Ministers, 2014. 500 p.
17. *Urban Sustainability in the Arctic: Measuring Progress in Circumpolar Cities*. New York, Oxford, Berghahn, 2020, 310 p.
18. Berman M., Orttung R. Measuring Progress toward Urban Sustainability: Do Global Measures Work for Arctic Cities? *Sustainability*, 2020, vol. 12, no. 3708. DOI: 10.3390/su12093708
19. Bobylev S. N., Nikonorov S. M., Papenov K. V. et al. *Polyarniy Indeks. Regiony. Reiting Ustoichivogo Razvitiya Arktiki* [Polar Index. Regions. Rating of the Arctic's Sustainable Development]. Moscow, Project Office of Arctic Development "PORA", 2018, 26 p. (In Russ.). Available at: https://porarctic.ru/wp-content/uploads/2018/11/Polyarnyi-indeks.-Regiony.pdf (accessed 14.08.2020).
20. Bobylev S. N., Minakov V. S., Solovyeva S. V., Tretyakov V. V. *Ekologo-Ekonomicheskiy Indeks Regionov RF. Metodika i Pokazateli dlya Rascheta* [Environmental-Economic Index of Russian Regions]. Moscow, WWF Russia / RIA Novosti, 2012, 147 p. (In Russ.).
21. Golikov R. A., Surzhikov D. V., Kislitsina V. V., Shtaiger V. A. Vliyanie zagryazneniya okruzhayushei sredy na zdorovye naselenia (obzor literatury) [Environmental pollution's impact on public health (literature review)]. *Meditsinskie nauki* [Medical Sciences], 2017, no. 5, pp. 20–31. (In Russ.).

22. Smirennikova E. V., Ukhanova A. V., Voronina L. V. Otsenka sostoyaniya okruzhayushei sredy i obespechenie ekologicheskoi bezopasnosti v Rossiyskoi Arktike [Environmental assessment and ensuring environmental security in the Russian Arctic]. *Upravlencheskoe konsultirovanie* [Management Consulting], 2018, no. 9, pp. 59–78. (In Russ.). DOI 10.22394/1726-1139-2018-9-59-78
23. Chertko N. K., Karpichenko A. A. *Matematicheskie Metody v Geografii: Uchebno-Metodicheskoe Posobie* [Mathematic Methods in Geography]. Minsk, Belarus State University Press, 2009, 199 p. (In Russ.).

DOI: 10.37614/2220-802X.2.2020.69.003
УДК 581.9(470)

Л. А. Рябова
кандидат экономических наук, зав. отделом социальной политики на Севере, заместитель директора по научной работе
Институт экономических проблем им. Г. П. Лузина ФИЦ КНЦ РАН, Апатиты, Россия

Е. М. Ключникова
кандидат экономических наук, старший научный сотрудник лаборатории междисциплинарных эколого-экономических исследований
Институт проблем промышленной экологии Севера ФИЦ КНЦ РАН, Апатиты, Россия

Е. А. Боровичев
кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории наземных экосистем, заместитель директора по научной работе
Институт проблем промышленной экологии Севера ФИЦ КНЦ РАН, Апатиты, Россия

В. А. Маслобоев
доктор технических наук, главный научный сотрудник лаборатории междисциплинарных эколого-экономических исследований, научный руководитель
Институт проблем промышленной экологии Севера ФИЦ КНЦ РАН, Апатиты, Россия

ГРАЖДАНСКАЯ НАУКА КАК ИНСТРУМЕНТ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В РОССИЙСКОЙ АРКТИКЕ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Аннотация. Быстрые изменения климата в Арктике требуют управленческих решений, основанных на своевременных и достоверных фактических данных. Это повышает актуальность проблемы поиска эффективных способов получения такой информации. Цель статьи — обосновать возможность использования гражданской науки в качестве нового инструмента информационного обеспечения принятия решений, касающихся социально-экономического развития Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ), который особенно необходим при разработке стратегий адаптации к изменению климата. Гражданская наука (citizen science) — концепция, предполагающая повышение открытости науки для общества и проведение исследований с привлечением добровольцев. В статье дан обзор содержания концепции гражданской науки, принципов и методов, на которых она базируется. Описаны результаты междисциплинарного исследования по выявлению представлений жителей Мурманской области об изменениях климата и предположительно связанных с ними изменениях биоразнообразия в этом регионе АЗРФ. Впервые на основе методов гражданской науки получены данные о представлениях жителей Мурманской области об изменениях климата и биоразнообразия в регионе за тридцатилетний период, проведены сравнения полученных сведений с данными научных наблюдений. Выявлено, что жители выделяют несколько трендов в изменении климата в регионе, согласующихся с метеорологическими данными: потепление климата, особенно в зимние месяцы; усиление изменчивости погоды; увеличение продолжительности периодов межсезонья. Сопоставления наблюдений респондентов и биологических научных данных позволили сделать вывод, что в результате совместного действия природных и антропогенных факторов, в том числе климатических, появились новые для региона виды вредителей и грибов, снизилась численность и доля ценных видов рыб в пределах бассейна оз. Имандра. Показано, что субъективное ощущение изменений климата должно учитываться в процессе управления, поскольку это одна из ключевых характеристик комфортности проживания людей на территории и мотив для действий, в том