

ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В АРКТИКЕ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Научная статья

УДК 332.1:551.583

doi:10.37614/2220-802X.2.2025.88.009

РЕГИОНАЛЬНАЯ АДАПТАЦИЯ К КЛИМАТИЧЕСКИМ ИЗМЕНЕНИЯМ: ВОПРОСЫ ПЛАНИРОВАНИЯ И ПОДХОД РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)

**Никита Иванович Тананаев¹, Туйара Николаевна Гаврильева², Надежда Алексеевна Красильникова³,
Жанна Фёдоровна Посельская⁴, Ирина Валентиновна Самсонова⁵, Евгений Сергеевич Колганов⁶**

^{1,2}Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова, Якутск, Россия

¹Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга, Петропавловск-Камчатский, Россия

^{2,3}Арктический научно-исследовательский центр Республики Саха (Якутия), Якутск, Россия

⁴Министерство экономики Республики Саха (Якутия), Якутск, Россия

⁵Академия наук Республики Саха (Якутия), Якутск, Россия

⁶Автономная некоммерческая организация «Центр управления проектами НОЦ “Север”», Якутск, Россия

⁶Научно-образовательный центр мирового уровня «Север: территория устойчивого развития», Якутск, Россия

¹tanni@s-vfu.ru, ORCID 0000-0003-2997-0169

²tuyara@list.ru, ORCID 0000-0003-3261-8588

³diring@mail.ru, ORCID 0000-0001-5410-4305

⁴poselskayajf@sakha.gov.ru

⁵irsam@list.ru, ORCID 0000-0002-9546-286X

⁶info@nocsever.com

Аннотация. В настоящее время в регионах РФ ведется разработка комплекса мер по адаптации к изменениям климата. Цель данного исследования — научное обоснование практических подходов к актуализации регионального плана адаптации Республики Саха (Якутия) на основе анализа проблемных аспектов планирования в контексте разделения полномочий между уровнями публичной власти РФ, экономических основ адаптационной политики региона. Данные задачи решались общенаучными методами анализа, синтеза и научного обобщения в применении к современной нормативно-правовой документации и научной литературе. Особенности регулирования адаптационной деятельности на уровне отдельного субъекта РФ, включая законодательные коллизии и методические подходы, рассматриваются в данной работе впервые, что определяет новизну исследования. На примере Республики Саха (Якутия) (РС(Я)) рассмотрены организационные проблемы, включая: ограниченность климатически уязвимыми объектами на балансе региона; неучет интересов регионов в адаптационном планировании на федеральном уровне; рассинхронизация полномочий различных уровней власти; отсутствие подходов к адаптационному планированию на уровне муниципалитетов; отсутствие интереса к внедрению адаптационных мер у субъектов экономики. Региональная адаптация рассмотрена с точки зрения избежания ущерба, где для республики актуальны инфраструктурные (строительство гидротехнических сооружений защиты от наводнений) и институциональные (страхование) меры, и с точки зрения возможностей развития через меры по развитию человеческого капитала. В числе перспективных инструментов финансирования рассмотрены облигации катастроф, а также государственное стимулирование мер, направленных на достижение целевых показателей адаптационного планирования. Предложен каскад мероприятий, перспективных для внесения в план адаптации РС(Я), с упором на первоочередную реализацию мер, приносящих быстрый результат по отношению к снижению уровня климатических рисков при минимальных затратах: создание систем мониторинга и реагирования, вовлечение муниципалитетов и отраслей-адаптантов в климатические действия путем субсидирования, меры научно-образовательной политики. Предложенная последовательность внедрения практических мер найдет отражение в актуализируемом плане адаптации РС(Я) к изменениям климата, а мероприятия регионального плана войдут в обновленную Стратегию социально-экономического развития РС(Я), что определяет практическую значимость работы. Перспективы исследований связаны с отраслевым анализом уровня опасности климатических рисков и его научно обоснованным прогнозированием.
Ключевые слова: климатические изменения, адаптационные мероприятия, экономика климата, основные климатические переменные, климатические риски и уязвимости, региональная экономика, региональный план адаптации

Благодарности: исследование выполнено в рамках программы Министерства науки и высшего образования Российской Федерации «Приоритет-2030. Дальний Восток» (национальный проект «Наука и университеты»), реализуемой ФГБОУ ВО «Камчатский государственный университет им. Витуса Беринга»; по плану научно-исследовательской работы Научно-исследовательской лаборатории по изучению климата и экосистем северных регионов ИЕН СВФУ по приоритетным направлениям Программы развития СВФУ им. М. К. Аммосова на 2024 и 2025 гг.; в рамках государственного задания ГБУ «Арктический научно-исследовательский центр Республики Саха (Якутия)», проект научно-исследовательской работы № И125022407983-3 «Адаптация механизмов управления устойчивым развитием северных и арктических территорий в условиях изменения климата».

Для цитирования: Региональная адаптация к климатическим изменениям: вопросы планирования и подход Республики Саха (Якутия) / Н. И. Тананаев [и др.] // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2025. № 2. С. 132–147. doi:10.37614/2220-802X.2.2025.88.009.

ARCTIC CLIMATE CHANGE CHALLENGES AND POTENTIAL SOLUTIONS

Original article

REGIONAL ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE: PLANNING CHALLENGES AND THE APPROACH OF THE SAKHA REPUBLIC (YAKUTIA)

**Nikita I. Tananaev¹, Tuyara N. Gavrilyeva², Nadezhda A. Krasilnikova³, Zhanna F. Poselskaya⁴,
Irina V. Samsonova⁵, Evgeny S. Kolganov⁶**

^{1,2}M. K. Ammosov North-Eastern Federal University (NEFU), Yakutsk, Russia

¹Vitus Bering Kamchatka State University, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia

^{2,3}Arctic Research Center of Sakha Republic (Yakutia), Yakutsk, Russia

⁴Ministry of Economy of the Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, Russia

⁵Academy of Sciences of the Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, Russia

⁶Project Management Center, North Research and Education Center, Yakutsk, Russia

⁶North Research and Education Center, Yakutsk, Russia

¹tanni@s-vfu.ru, ORCID 0000-0003-2997-0169

²tuyara@list.ru, ORCID 0000-0003-3261-8588

³diring@mail.ru, ORCID 0000-0001-5410-4305

⁴poselskayajf@sakha.gov.ru

⁵irsam@list.ru, ORCID 0000-0002-9546-286X

⁶info@nocsever.com

Abstract. Russian regions are currently developing measures to adapt to climate change. This study aims to provide a scientific foundation for practical approaches to updating the regional adaptation plan of the Republic of Sakha (Yakutia). It does so by analyzing the key challenges associated with planning processes within the context of the division of authority among different levels of public administration in Russia and examining the region's economic foundations for adaptation policy. These issues were addressed using general scientific methods, including analysis, synthesis, and scientific generalization, applied to contemporary regulatory frameworks and scientific literature. For the first time, this paper explores the specifics of regulating adaptation activities at the level of an individual Russian region, including legislative conflicts and methodological approaches, which underscores the novelty of this research. Using the Republic of Sakha (Yakutia) as a case study, we identify several organizational challenges: limited regional inventories that cover only climate-vulnerable assets; insufficient consideration of regional interests in federal-level adaptation planning; desynchronization between different government levels; absence of standardized approaches to municipal-level adaptation planning; and a lack of engagement among economic entities in implementing adaptation measures. Within this study, regional adaptation is viewed both as a means to mitigate damage—through infrastructural measures such as flood control structures and institutional mechanisms like insurance—and as an opportunity for development via investments in human capital. Among promising financing instruments, catastrophe bonds are examined alongside government incentives designed to promote the achievement of specific adaptation targets. A combination of actionable measures is proposed for inclusion in the updated adaptation plan for the Republic of Sakha (Yakutia). Priority is given to initiatives that yield rapid results at minimal cost—such as establishing monitoring and response systems, involving municipalities and industries through subsidies in climate action efforts, and implementing scientific and educational policies. The sequential implementation of these practical measures will be integrated into the revised adaptation plan and reflected within the updated Strategy for Socioeconomic Development of Sakha (Yakutia), highlighting the practical significance of this study. Future research prospects include sectoral analyses to assess climate risk levels and develop scientifically grounded forecasts.

ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В АРКТИКЕ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Keywords: climate change, adaptation measures, climate economics, key climate variables, climate risks and vulnerabilities, regional economy, regional adaptation plan

Acknowledgments: This research was conducted within the framework of the Ministry of Science and Higher Education of Russia's "Priority-2030. Far East" program (part of the national project "Science and Universities"), implemented by Vitus Bering Kamchatka State University. It also aligns with the research agenda of the Climate and Ecosystems Study Laboratory at NEFU's Institute of Natural Sciences, under priority areas outlined in the NEFU's Development Program for 2024–2025. Additionally, it aligns with the research assignment from the Arctic Research Center of Sakha Republic within research project No. I125022407983-3, titled "Adaptations in Mechanisms for Managing Sustainable Development in Northern and Arctic Territories amid Climate Change".

For citation: Tananaev N. I., Gavrilyeva T. N., Krasilnikova N. A., Poselskaya Z. F., Samsonova I. V., Kolganov E. S. Regional adaptation to climate change: Planning challenges and the approach of the Sakha Republic (Yakutia). *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poriyadka* [The North and the Market: Forming the Economic Order], 2025, no. 2, pp. 132–147. doi:10.37614/2220-802X.2.2025.88.009.

Введение

Наблюдаемые глобальные климатические изменения, связанные с ростом атмосферной концентрации парниковых газов, наиболее ярко проявляются в азиатской части России, в первую очередь в Арктической зоне РФ [1]. Северные территории, за исключением нескольких ключевых промышленных площадок, промышленно неразвиты и не вносят существенного вклада в эмиссию парниковых газов, что порождает региональное «климатическое неравенство» [2]. Эти территории — нетто-получатели последствий изменений климата, в основном негативных, но вынуждены наравне с другими регионами участвовать в климатических действиях, затраты на которые непропорциональны их промышленному вкладу.

Современные климатические изменения в Республике Саха (Якутия) отмечаются с середины 1980-х гг., в северо-западных районах — с середины 2000-х гг. либо до сих пор статистически не значимы [3]. В регионе наблюдается рост среднегодовой температуры воздуха, годовая сумма осадков увеличивается в южной и северной частях региона, не испытывает направленных изменений в Центральной Якутии, уменьшается на северо-западе и северо-востоке республики [4]. Перестройка глобальной климатической системы, реакция регионального климата и последующий отклик геосистем уже оказывают негативное влияние на развитие региона, и оно будет возрастать, а значит, адаптация Республики Саха (Якутия) к климату будущего неизбежна.

В рамках государственного нормативно-правового регулирования Национальные планы мероприятий первого и второго этапов адаптации к изменениям климата, утвержденные Распоряжениями Правительства РФ от 25.12.2019 г. № 3183-р и от 11.03.2023 г. № 559-р соответственно, предусматривают разработку и актуализацию региональных планов адаптации к изменениям климата. Природное разнообразие регионов РФ, их промышленная специализация и социально-экономическая ситуация обуславливают вариативность

климатических условий и рисков [5], в связи с чем региональные подходы к планированию адаптационных мероприятий также разнятся. В то же время публикации, посвященные региональным аспектам решения данных задач, немногочисленны.

Ранжирование значимых климатических рисков (жара, засухи, лесные пожары, деградация мерзлоты) в регионах РФ дано в [5]; риск деградации мерзлоты детально рассмотрен в [6], там же показано, что планирование мер адаптации к данному риску должно учитывать интересы муниципалитетов, отсутствующие в действующих стратегиях и планах. Обзор экономических последствий изменения климата в северных регионах мира сделан в [7], мировой опыт адаптационного планирования, в том числе в северных странах, рассмотрен в [8], где авторы подчеркивают необходимость разработки и внедрения мер адаптации на региональном и муниципальном уровнях, в том числе включение таких мер в документы стратегического планирования. В некоторых регионах Арктической зоны РФ освещенность проблемы климатических изменений в документах стратегического планирования оценивается как низкая (Мурманская область, Чукотский автономный округ), в других — как высокая (Красноярский край, Республика Коми) [9]. Краткий обзор некоторых региональных планов адаптации приведен в [10], где рассмотрена также законодательная база адаптационной деятельности, показано, что основными задачами региональной адаптации считается обеспечение экологической и продовольственной безопасности, а также энергосбережение.

Особенности разработки региональных планов адаптации к изменениям климата кратко рассмотрены в [11], хотя само адаптационное планирование авторами понимается как задача устранения рисков (снижение подверженности) и сокращения выбросов парниковых газов (митигация), а не трансформации социально-экономических практик (снижение уязвимости, повышение устойчивости). В контексте отдельных северных регионов анализ основных

ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В АРКТИКЕ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

климатических рисков с обзором возможных последствий в разрезе отраслей выполнен для территории Камчатского края [12] без обсуждения конкретных мероприятий по снижению уровня опасности рисков. В контексте отдельных муниципальных образований детальный анализ изменений климата, возможных мер адаптации по отраслям традиционного природопользования (оленоводство, сбор дикоросов) и социальным аспектам (здоровье, качество жилья) сделан для с. Ловозеро Мурманской области [13], где предложены краткосрочный и долгосрочный планы адаптации к климатическим изменениям, ориентированные в первую очередь на обеспечение устойчивого традиционного образа жизни. В отличие от национальных и региональных планов, муниципальное адаптационное планирование опирается на элементы гражданской науки, опросы местных жителей [13–15]. Предлагаемые меры удовлетворяют запрос местного населения, но недостаточно интегрированы в процессы национального и регионального планирования, которые основаны на иных принципах.

В современной литературе подчеркивается необходимость привлечения научного сообщества к решению задач регионального адаптационного планирования [8; 11; 16]. Несмотря на комплекс проблем, как общих для всего субнационального уровня управления, так и специфически региональных, степень научной проработанности темы в некоторых аспектах остается недостаточной. Цель данной работы — критический анализ правового поля, в котором происходит современное адаптационное планирование, и обоснование методических подходов к актуализации регионального плана адаптации Республики Саха (Якутия) к изменениям климата как комплексной задачи в сфере экономики климата, требующей учета особенностей нормативной документации. Обсуждение вопросов встраивания данного документа стратегического планирования и прогнозирования в систему бюджетного федерализма в части разграничения ответственности между уровнями государственного управления и местного самоуправления составляет задачи исследования.

Материалы и методы

Информационно-методическую базу исследования составляют: доктринальные документы РФ, нормативно-правовые акты Правительства РФ, федеральных

министерств и ведомств, органов исполнительной власти Республики Саха (Якутия), касающиеся вопросов региональной адаптации к изменениям климата, а также данные государственной статистики. В работе использованы общенаучные методы анализа, синтеза и научного обобщения.

Результаты и обсуждение

Экономический базис региональной адаптации

Адаптационные мероприятия планируются с опорой на климатические данные, но основная их задача — экономическая. С точки зрения экономики она может рассматриваться как задача избежания/минимизации прямого и косвенного ущерба от климатических и климатообусловленных опасных явлений либо как задача использования возможностей развития в климате будущего. Планирование и реализация мероприятий по адаптации создают одну из отраслей новой «климатической экономики» [17], целью которой является помощь государству, бизнесу и обществу в принятии эффективных решений для достижения экономического благосостояния и роста одновременно [18].

Адаптация к климатическим изменениям в РС(Я) пока не имеет превентивного, упреждающего характера, является откликом на крупные чрезвычайные ситуации (ЧС). Ликвидация последствий ЧС природного характера осуществляется преимущественно за счет средств резервного фонда Правительства РС(Я), в случае крупных событий привлекаются средства горнодобывающих компаний. Проактивное планирование адаптационных мероприятий требует перспективной оценки возможного ущерба от климатических изменений, которая в настоящее время для РС(Я) отсутствует. Для Арктической зоны РФ возможный ущерб от превышения пороговых значений был оценен в 6421,6 млрд руб. по балансовой стоимости объектов, одновременно уязвимых к воздействию климатических факторов (далее — климатически уязвимые объекты, КУО), без иных составляющих потенциального ущерба¹. Полная учетная стоимость основных производственных фондов в РС(Я) в республиканской собственности на конец 2022 г. составляла 514,865 млрд руб.². Безусловно, не весь массив производственных фондов уязвим к воздействию климатических факторов одновременно. Для снижения неопределенности необходима идентификация климатических рисков, оценка

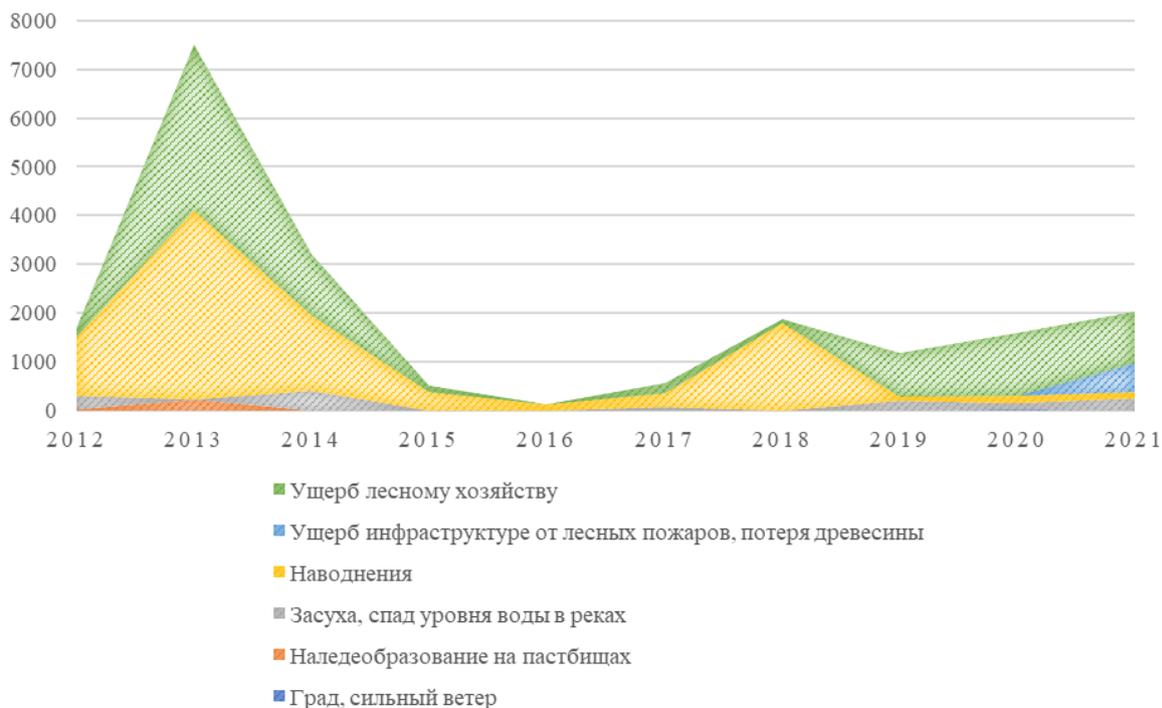
¹ Приказ Министерства РФ по развитию Дальнего Востока и Арктики от 26.11.2021 г. № 221 «Об утверждении плана адаптации к изменениям климата Арктической зоны Российской Федерации».

² Основные фонды и другие нефинансовые активы (2024) // Саха(Якутия)стат. URL: https://14.rosstat.gov.ru/osnovnie_fondi (дата обращения: 31.08.2024).

ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В АРКТИКЕ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

степени их воздействия, что позволит определить уязвимость и потенциальный ущерб, которые в настоящее время оцениваются как последствия стихийных бедствий (рисунок). Имеющиеся на сегодня

результаты свидетельствуют о существенной неоднородности климатических рисков в разрезе экономических зон Якутии, а также внутри зон большой площади, прежде всего в Арктике [19].



Ретроспективный ущерб от климатических рисков в Республике Саха (Якутия) в 2012–2021 гг., млрд руб. *Источник:* Распоряжение Правительства РС(Я) от 01.07.2022 г. № 567-р «О региональном плане адаптации к изменениям климата в Республике Саха (Якутия) на период до 2025 года и на долгосрочную перспективу до 2050 года»

С проблемой адаптации связаны социальные процессы, сложность которых также необходимо учитывать. Основной тренд социальной динамики в последние три десятилетия в РС(Я) — урбанизация, и вслед за ней депопуляция сельской местности и рост городского населения, в первую очередь в г. Якутске. Отчасти этот процесс имеет климатический характер, так как в некоторых случаях люди покидают село из-за невозможности дальнейшего ведения традиционного хозяйства, отсутствия ресурсов для адаптации к климатическим изменениям и стихийным бедствиям. Наибольший отток населения происходит из районов, подверженных наводнениям, и приходится на годы катастрофических наводнений [20]. В ряде случаев, в основном для малочисленных изолированных или труднодоступных поселений, возможности адаптации крайне низки, а стоимость адаптационных мероприятий несоизмеримо высока. При этом северные общины глубоко укоренены в привычную им среду и даже в случае опасности не будут

ее менять. Например, 70–80 % жителей РС(Я), пострадавших от крупных наводнений, несмотря на значительный ущерб, не планируют менять место жительства из-за нежелания расставаться с привычным укладом жизни, а 75 % респондентов не поддерживают идею переноса поселения в другое, более безопасное место [21].

Это ставит задачу классификации и приоритизации климатических рисков, соизмерения возможного ущерба с расходами на проведение адаптационных мероприятий. В случае незначительности риска (низкая вероятность, незначительный ущерб) достаточно наблюдения за его компонентами. Средний уровень риска требует разработки превентивных мероприятий и реализации стратегии его избегания, высокий и неизбежный уровни — полной реализации комплекса противорисковых мероприятий. Соизмеряется стоимость адаптации и потенциальный ущерб; в случае, когда цена адаптации слишком высока, проблема выбора оптимальной адаптационной стратегии имеет не финансовый, а этический характер.

Адаптация как избежание будущего ущерба

Адаптация к изменениям климата направлена на минимизацию прямого и косвенного ущерба экономических агентов от воздействия риск-факторов, а также на снижение их подверженности и уязвимости в отношении неблагоприятного влияния природной среды [22]. Минимизация ущерба может опираться на инфраструктурные меры, например, гидротехнические сооружения для защиты от наводнений, или институциональные меры, связанные со страхованием КУО или другими способами передачи риска. Снижение уязвимости поселений во многом связано с их способностью преодолевать негативные события, что особо актуально для удаленных поселений со сложной логистикой и ограниченной транспортной доступностью, незначительными внутренними резервами. Часто такие поселения — места компактного проживания коренных малочисленных народов Севера, чей традиционный уклад, с одной стороны, помогает адаптироваться к климатическим изменениям, с другой — в некоторых аспектах снижает адаптивную способность и приводит к возникновению новых уязвимостей [23]. В малых поселениях воздействие некоторых рисков избирательно, ему подвержена наиболее критическая социальная инфраструктура. Так, деградация верхних горизонтов криолитозоны влияет в первую очередь на капитальные здания и сооружения в малых поселениях: детские сады, школы, фельдшерско-акушерские пункты. Крупные жилые здания, построенные на свайных основаниях, небольшие частные постройки подвержены влиянию этого риска в значительно меньшей степени.

Задача минимизации ущербов имеет два аспекта. Первый связан со снижением ущерба от актуальных рисков, второй — с инвестициями в превентивные мероприятия, снижающими ущерб от рисков в климате будущего. Многие мероприятия имеют потенциал реализации обоих указанных аспектов, например строительство гидротехнических сооружений для защиты от наводнений. Сооружение, спроектированное на основе исторических данных, обеспечивает нормативную защиту от затопления при уровне воды повторяемостью один раз в 100 лет. Требуется прогнозные гидрологические данные, чтобы обеспечить сопоставимый уровень защиты поселения от наводнений в среднесрочной и долгосрочной перспективе, поскольку максимальный сток многих рек России будет увеличиваться в течение XXI в. [24]. Игнорирование гидрологического прогноза приведет к тому, что реализация риска произойдет в области экстремальных значений уровня воды, нанесенный ущерб будет максимально возможным, а для малых сельских поселений —

критическим с точки зрения ограниченной адаптивной способности и внутренних ресурсов для ликвидации последствий. Изменение проектных параметров защитных сооружений отражается на их стоимости; в пределе стоимость сооружения может превысить вероятный суммарный ущерб от наводнения, что сделает его строительство нецелесообразным. Следовательно, адаптационное мероприятие — всегда баланс между его стоимостью и потенциально избежанным ущербом, что также становится одним из аспектов упомянутой выше экономики климата.

Адаптация как создание возможностей развития

Планирование и реализация адаптационных мероприятий на уровне региона закладывают основу новой «климатической экономики», поскольку позволяют повысить объем капитальных вложений в инфраструктурные проекты, реализуемые в том числе субъектами локальной экономики, представителями малого и среднего бизнеса, создают специфические рынки продуктов, используемых при реализации проектов. Актуализация региональных планов адаптации к изменениям климата преследует также цель оценки их благоприятных последствий, которые могут быть использованы для экономического развития региона. Возможности развития в рамках адаптационных мероприятий могут быть в первую очередь связаны с развитием человеческого капитала, качество которого прямо связано с изменениями климата [25]. Значимость развития именно человеческого капитала для устойчивого развития северных регионов ранее была показана в [26] на примере Камчатского края. Например, увеличение повторяемости волн жары в крупных городах приводит к избыточной смертности от внебольничных сердечных приступов [27], в связи с чем обучение медперсонала и населения навыкам первичной кардиореанимации одновременно повышает и общий уровень образованности, и выживаемость пациентов при указанных состояниях.

В Российской Федерации как социальном государстве до настоящего времени адаптационные мероприятия финансировались в основном за счет государственных программ, и зачастую, как показали проекты переноса сельских поселений РС(Я) из затопляемых зон [28], они не всегда приводили к снижению социальных рисков. Время для поиска новых механизмов финансирования адаптационных мероприятий, в том числе посредством распределения ответственности между тремя основными субъектами экономики — государством, бизнесом и домохозяйствами, уже пришло.

Механизмы финансирования адаптационных мероприятий

Реализация адаптационного планирования не сопровождается новыми бюджетными полномочиями для регионов. В рамках плана адаптации речь идет о приоритизации реализуемых мероприятий по управлению КУО и дополнительной финансовой потребности в рамках имеющихся полномочий. Как следствие, важным вопросом являются финансовые инструменты, включая поддержку адаптационных мер. Ввиду нехватки бюджетного финансирования и ограниченности направлений целевого финансирования средств фондов, актуальным становится вопрос пересмотра традиционной схемы реагирования на ЧС, изменение подходов к формированию резервных фондов предупреждения и ликвидации ЧС, рассчитывающихся на душу населения, с учетом климатического фактора на основе оценки возможного ущерба хозяйственным объектам от негативных климатических воздействий [29]. Перспективным инструментом хеджирования рисков могут стать так называемые *облигации катастроф* (CAT bonds) [30], пилотные проекты применения данного инструмента обсуждаются рядом системно значимых банков³. Облигация катастроф — ценная бумага, представляющая собой страховой инструмент для привлечения дополнительного финансового покрытия на рынок, гарантирующая выплаты эмитенту в случае реализации риска природной катастрофы, например, превышение заранее установленного потолка застрахованного ущерба, и выплаты инвесторам в случае, если данный вид риска не реализовался [31]. Преимущества облигаций катастроф для эмитентов связаны с привлечением дополнительного капитала от хедж-фондов, пенсионных и инвестиционных фондов, заинтересованных в инструментах инвестирования с высоким уровнем диверсификации. Дополнительным интересом для инвесторов служит независимость ставок купонного дохода от ситуации на рынке. Совокупный объем непогашенных облигаций катастроф на мировом рынке вырос с 1997 по 2017 г. до 27 млрд долларов и достиг 50 млрд долларов в 2025 г.⁴ В России идут обсуждения, касающиеся данного инструмента, ввиду необходимости квалифицированной оценки рисков и ущербов, развития страхового рынка и появления новых эмитентов, регуляторной поддержки. В США на долю страховых компаний приходится 60 % выпуска облигаций катастроф, также на рынке присутствуют перестраховочные компании (25 %)

и государственные целевые фонды ликвидации последствий ЧС (15 %) [31].

Привлечение инвестиций (кредитов, облигаций) в адаптационные проекты основано на нормативном регулировании, активно формируемом в настоящее время Правительством РФ и Банком России. Постановлением Правительства РФ № 1587 определены критерии (таксономии) адаптационных проектов. К сожалению, рынок не показывает высокой заинтересованности инвесторов в запуске адаптационного финансирования, по сути нацеленного на модернизацию отдельных секторов экономики с применением наилучших доступных технологий. В настоящее время Центробанк рассматривает вопрос введения преференций для банков по нагрузке на капитал и по риск-весам зеленого и адаптационного финансирования. Для адаптационных проектов региональной значимости есть необходимость стимулирования инвестирования дополнительных мер, направленных на достижение целевых показателей адаптационного планирования.

Планирование адаптационных мероприятий: региональный аспект

Планирование адаптационных мероприятий на уровне субъекта РФ опирается на набор методических рекомендаций, утвержденных приказами Минэкономразвития РФ от 13.05.2021 г. № 267, от 28.12.2023 г. № 928, а также на вспомогательные материалы, разработанные Минэкономразвития РФ совместно с экспертами Фонда «Центр стратегических разработок» и АНО «Агентство стратегических инициатив», но по-прежнему сталкивается с существенными сложностями. Оно требует совместной работы региональных органов исполнительной власти (ОИВ) и представителей научного сообщества в области наук о Земле и социальных науках, по правилам, установленным федеральными ОИВ. Решение данной задачи требует широкого спектра компетенций в области гидрометеорологии и климатологии, современной и будущей структуры экономики, а также актуальной нормативно-правовой документации. Разработка регионального плана адаптации возможна посредством организации консорциума специалистов, имеющих, помимо квалификации и понимания проблемы в различных областях, зачастую и собственное видение этой комплексной задачи.

³ Финансы катастроф // Коммерсант. 07.06.2024. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/6745606> (дата обращения: 21.02.2025).

⁴ URL: <https://www.artemis.bm/news/record-cat-bond-issuance-of-17-7bn-in-2024-takes-outstanding-market-near-50bn-report> (дата обращения: 23.02.2025).

ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В АРКТИКЕ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Федеральные ОИВ формируют повестку и регуляторный базис в области адаптации к изменениям климата. Национальные планы мероприятий первого и второго этапов адаптации к изменениям климата утверждены распоряжениями Правительства РФ № 3183-р от 25.12.2019 г. и № 559-р от 11.03.2023 г. соответственно. В рамках этих планов отраслевые планы адаптации разрабатывали и актуализировали Минтранс, Минэнерго, Минстрой, Минсельхоз, Минприроды, Минздрав, Роспотребнадзор, Минвостокразвития, МЧС, Минпромторг РФ под методическим руководством Минэкономразвития РФ. Как правило, отраслевые планы министерств не содержат субстантивных мер адаптации и, как следствие, не требуют дополнительного финансирования за счет средств бюджетов бюджетной системы Российской Федерации. Фактологическая основа для принятия решений создается наукой в формате сценарного прогноза будущих изменений климата и различных компонентов природных сред. На основе этих сведений региональные ОИВ разрабатывают комплекс мер по адаптации, опираясь на приоритеты социально-экономического развития региона, современный и прогнозируемый уровень климатических рисков, методические рекомендации Минэкономразвития РФ, упомянутые выше, а также на проведенные данным ведомством в течение 2024 г. многочисленные семинары для представителей региональных органов власти. Признавая удовлетворительную методическую обеспеченность в области планирования адаптационных мероприятий, необходимо отметить и основные «узкие места» современного нормативного регулирования.

1. Субъект РФ, представленный высшим должностным лицом и региональными ОИВ, ответственными за имплементацию плана адаптации, имеет возможность принимать решения только в рамках собственных либо переданных полномочий и только по отношению к объектам, находящимся в ведении региона. Имущественный комплекс РФ и муниципалитетов исключается из определения КУО, нанесенный ему ущерб не учитывается в ретроспективной оценке рисков и приоритизации адаптационных мероприятий. Ущерб региону косвенно оценивается по объему затрат на предупреждение и ликвидацию последствий, включая денежные выплаты населению, при ЧС межмуниципального и регионального характера. Таким образом, при крупной ЧС федерального характера регион сможет учесть ущерб лишь в объеме затрат на восстановление

имущественного комплекса, находящегося в его собственности, хотя он, очевидно, будет несопоставимо выше.

2. Имущественный комплекс РФ и муниципалитетов не учитывается в качестве КУО и не считается субъектом адаптации на уровне региона; предполагается, что федеральные ОИВ и муниципальные образования сами, на своем уровне, учтут климатические изменения в своей политике адаптации. На федеральном уровне такую политику имеют лишь десять министерств и ведомств, и интересы регионов в них учтены ограниченно. Например, для РС(Я), учитывая ее географическое положение и особенности транспортной связности, актуальны вопросы обеспечения климатической устойчивости водного транспорта: его грузооборот составляет более 40 % от общего по республике, а протяженность обслуживаемых водных путей Ленского бассейна — более 20 % таковой в РФ. Возможности адаптации региональной инфраструктуры водного транспорта ограничены управлением водоизмещением судов и наземной инфраструктурой ПАО «Ленское объединенное речное пароходство». Они не включают меры по адаптации практик содержания и навигационно-гидрографического обеспечения условий плавания судов на внутренних водных путях, что относится к федеральному ведению⁵; в федеральной компоненте адаптации такие меры также не предусмотрены.

3. Рассинхронизация между федеральными и региональными полномочиями в области адаптации к изменениям климата наглядно видна на примере водного законодательства, в части предотвращения негативного воздействия вод и ликвидации его последствий. Наводнения — один из основных климатических рисков для территории РС(Я), ежегодно наносящий значительный ущерб населению и экономике региона [21]. Согласно Водному кодексу РФ, регион осуществляет мероприятия по предотвращению негативного воздействия вод и ликвидации его последствий в отношении водных объектов, находящихся в собственности субъектов РФ (ч. 10 ст. 25), либо в отношении водных объектов, находящихся в федеральной собственности и полностью расположенных на территориях субъектов РФ (ч. 3 п. 1 ст. 26). В отношении водных объектов, находящихся в федеральной собственности и расположенных на территориях двух и более субъектов РФ, эти полномочия осуществляются уполномоченными федеральными органами

⁵ Ст. ст. 7–8, Кодекс внутреннего водного транспорта Российской Федерации: утв. федеральным законом от 07.03.2001 г. № 24-ФЗ.

ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В АРКТИКЕ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

(ч. 17 ст. 24). Республиканские ОИВ могут предусмотреть адаптацию к меняющимся гидрологическим рискам только для объектов, находящихся в их ведении (собственности), притом что осуществить мероприятия по защите от наводнений может только федеральный ОИВ, а объекты адаптации должны входить в перечень КУО (п. 2.8 Приказа Минэкономразвития РФ от 13.05.2021 г. № 267 в актуальной редакции). Таким образом, например, в Перечень КУО, находящихся в ведении РС(Я), попадает крупное гидротехническое сооружение «Инженерная защита от паводковых вод г. Якутска», находящееся на балансе Минэкологии РС(Я), хотя нормы ч. 17 ст. 24 Водного кодекса РФ относят такие объекты к ведению Российской Федерации.

4. Исключение муниципалитетов из адаптационной политики требует внесения в региональные планы отдельных мероприятий, направленных на развитие климатических программ муниципалитетов, вовлечения их в процесс адаптации, для чего на данный момент отсутствует необходимая регуляторика. Стратегия адаптации к изменениям климата для жителей с. Ловозеро, Мурманская область [13] остается единственной попыткой оценить уязвимость малого арктического поселения в отношении климатических рисков и потенциал адаптации к ним. Единый подход к муниципальной адаптации в РС(Я) должен учитывать природно-климатическое разнообразие, особенности транспортной доступности, структуру климатических рисков, среди которых деградация верхних горизонтов криолитозоны занимает одно из ведущих мест [8; 9].

5. Субъекты экономической деятельности на территории РС(Я) должны являться основными субъектами адаптации к изменениям климата, поскольку от их устойчивой работы зависит социально-экономическое благополучие населения региона. Однако по упомянутым выше причинам в рамках адаптационных мероприятий регион не может контролировать эти аспекты хозяйственной деятельности, так как они выходят за рамки его полномочий. Фактически экономические агенты не имеют побудительных мотивов анализировать климатические аспекты своей предпринимательской деятельности, за исключением крупных компаний и их филиалов, для которых высокий ESG-рейтинг может служить конкурентным преимуществом.

В соответствии с Методическими рекомендациями Минэкономразвития РФ (Приказ от 28.12.2023 г. № 927), ущерб для субъектов предпринимательской деятельности рассчитывается только как оценка возможного косвенного экономического ущерба, предоставленная ими в добровольном порядке. Республика Саха (Якутия) занимает второе место по стране по доле занятых в сельском хозяйстве

(22,3 тысячи человек, 4,4 % населения), большая часть занята в личных подсобных хозяйствах и малых формах предпринимательской деятельности, ими производится более 70 % валовой продукции сельского хозяйства республики. При оценке регионального ущерба от воздействия климатических рисков отрасль сельского хозяйства практически выпадает в связи с тем, что представители личных подсобных хозяйств и предприниматели не включаются в список КУО, также они имеют трудности в предоставлении соответствующей информации по оценке возможного ущерба от воздействия климатических рисков либо не имеют такой возможности в принципе.

Принципы актуализации регионального плана адаптации к изменениям климата для территории Республики Саха (Якутия)

В соответствии с п. 168 статьи 44 Федерального закона от 21.12.2021 г. № 414-ФЗ «Об общих принципах организации публичной власти в субъектах Российской Федерации», Республика Саха (Якутия) принимает участие в мероприятиях по адаптации к изменениям климата на своей территории. В рамках вышеуказанных полномочий на региональном уровне разработан Региональный план адаптации к изменениям климата в Республике Саха (Якутия) на период до 2025 г. и на долгосрочную перспективу до 2050 г., утвержденный Распоряжением Правительства РС(Я) от 01.07.2022 г. № 567-р. План содержит 63 мероприятия со сроками исполнения в большинстве случаев на горизонте 2030 г. В 2025 г., согласно Национальному плану мероприятий второго этапа адаптации к изменениям климата, региональные планы должны быть актуализированы по новым методическим рекомендациям, их материалы — внесены в Стратегии социально-экономического развития регионов.

Планирование адаптационных мероприятий должно опираться на приоритизацию, основанную на уровне опасности риска, уязвимости КУО и их подверженности климатическим воздействиям. Подходы к формированию комплекса мер и их приоритизации разнообразны и могут основываться как на экспертной оценке, так и на различных формальных подходах [32], применение которых в российской практике пока не имеет широкого распространения. Очевидно, должно быть настроено эшелонирование применяемых мер по адаптации: в первом эшелоне должны идти очевидные и неотложные меры, дающие быстрый эффект в виде снижения уязвимости; во втором эшелоне — меры, основанные на первичном анализе ситуации, не дающие немедленного эффекта, но расширяющие «узкие места» в системе управления региональными

ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В АРКТИКЕ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

рисками; в третьем эшелоне — проработанные затратные меры с долгосрочным эффектом.

Основные этапы реализации плана:

1. Реализация первого эшелона адаптационных мероприятий, состав которых опирается на экспертные экспресс-оценки и позволяет достичь наибольшего эффекта при сравнительно небольших затратах. В Республике Саха (Якутия) основные климатические риски: пожарная опасность в лесах, наводнения (заторные и дождевые), деградация криолитозоны. Снижение уровня опасности этих рисков, безусловно, должно быть результатом системной работы, но ряд мер может способствовать быстрому снижению уязвимости поселений.

Так, негативному воздействию *дождевых паводков* подвержены поселения в верхней части бассейна рек Яны и Индигирки с притоками — территория, практически не обеспеченная метеостанциями и створами гидрологического мониторинга. В первом эшелоне мер целесообразно предложить создание системы раннего предупреждения о наводнении с оборудованием автономными датчиками уровня воды труднодоступных верховьев основных притоков реки Яны. Данная мера позволит населению заблаговременно принимать меры по спасению имущества и отгону скота на незаотпеляемые участки.

Деградация верхних горизонтов криолитозоны, в основном в форме термокарста, отмечается практически повсеместно в Центральной Якутии, в основном на нарушенных землях (заброшенных пашнях). Традиционный метод борьбы с появлением термокарстовых форм — распашка, однако в современном климате она, по свидетельствам местных жителей, становится все менее и менее эффективной. Предполагается, что эффективной мерой может быть запашка с отсевом многолетними травами, выводом из пастбищного оборота, возможны также лесовосстановительные работы. В дальнейшем будет актуализироваться риск потери несущей способности оснований и возможное одновременное массовое обрушение зданий, коллапс объектов инфраструктуры [6].

Пожарная опасность в лесах имеет климатическую основу, однако триггер для запуска огневого события — природный (молнии в грозах) либо связанный с человеком (палы, костры). Развитие системы грозопеленгации и реагирования на удары молний в пожароопасный период повысит вероятность успешного тушения пожара в течение первых суток, что поможет достичь целевых показателей по снижению площадей лесных пожаров (Постановление Правительства РФ от 13.08.2022 г. № 1409).

Ожидается, что в будущем структура рисков изменится: будут нарастать риски жары, засухи,

сильного ветра (ураганов) и сильных атмосферных осадков. Актуализируются риски здоровью населения и риски для традиционной хозяйственной деятельности, которая играет существенную роль в обеспечении занятости, доходов и питания коренных народов [19].

2. Организация комплексных научно-прикладных климатических исследований на территории Республики Саха (Якутия) в рамках существующих программ поддержки. Необходимо разработать Паспорт климатической безопасности региона, а также обосновать достоверные методы прогноза климатических переменных, соответствующих основным актуальным рискам для территории РС(Я) и возможным новым рискам. В контексте здоровья населения и качества жизни следует оценить, каково влияние задымления при лесных пожарах на здоровье населения и избыточную смертность и насколько экономия на силах и средствах пожаротушения в «зоне контроля» сопоставима с экономическим эффектом утраты человеческого капитала как в регионе, так и за его пределами (в 2021 г. задымление от лесных пожаров в Якутии наблюдалось по всему Дальневосточному региону). Требуются исследования по оценке уязвимости населенных пунктов РС(Я) к климатическим изменениям, обобщение практик самоадаптации населения, а также научная экспертиза корпоративных климатических программ. Трансфер знаний и технологий на территории Республики Саха (Якутия), Камчатского края, Сахалинской и Магаданской областей и Чукотского автономного округа обеспечивает НОЦ мирового уровня «Север: территория устойчивого развития». Программа развития НОЦ на 2025–2030 гг. должна включать направление «Климатическая политика Северо-Востока России» для обеспечения реализации проектов в области энергетики, управления лесами, пожарами и наводнениями с привлечением региональных программ научных исследований и индустриальных партнеров для создания единой научной методологии управления региональным климатическим переходом.

3. Административный анализ, необходимый для определения потенциала адаптации региона и его имущественного комплекса к изменениям климата. В его рамках, учитывая сложившуюся модель бюджетного федерализма в части распределения полномочий между уровнями управления, необходимо: составить перечень полномочий региональных ОИВ, в рамках которых могут реализовываться мероприятия по адаптации: собственных; переданных в регион с федерального уровня; переданных в муниципалитеты с регионального уровня; муниципальных; определить структуру региональных ОИВ, подведомственных организаций и организаций, находящихся в

ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В АРКТИКЕ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

региональной собственности, которые являются потенциальными адаптантами. На основании этих данных можно определить потенциал адаптации региона к изменениям климата, конкретные механизмы реализации адаптационных мероприятий, источники их финансирования, а также «узкие места» в системе управления рисками.

4. Региональные меры поддержки климатических действий на уровне муниципалитетов. Поскольку муниципалитеты не находятся напрямую в ведении региона, они исключены из участия в разработке адаптационных мероприятий. В РС(Я) большинство муниципалитетов зависят от региональных субвенций, у них практически нет собственных ресурсов для адаптации и митигации, также зачастую из-за низкой численности населения они не входят в число приоритетных при планировании инвестиций в строительство защитных сооружений. Но именно этот уровень непосредственно сталкивается с негативными последствиями климатических изменений в виде наводнений и лесных пожаров [21]. Требуется идентификация климатических рисков и оценка уязвимости для каждого населенного пункта (в формате Климатической переписи муниципалитетов), аккумуляция традиционных знаний и новых практик адаптации, а также их последующая апробация на муниципальном уровне в соответствии с подходами, рассмотренными в [13–15; 33]. В рамках реализации регионального плана в муниципалитетах с высокой степенью уязвимости целесообразен запуск программ грантового финансирования пилотных проектов.

5. Институциональные меры поддержки предприятий в сфере адаптации. В настоящее время субъекты экономической деятельности на территории РС(Я) обеспечивают экономическое развитие и социальную стабильность, однако не имеют побудительных мотивов выделять финансовые ресурсы на разработку и имплементацию адаптационных мероприятий. Следовательно, на региональном уровне необходима разработка и реализация комплекса мер по стимулированию климатических действий, в первую очередь в отношении приоритетных климатических рисков и отраслей, входящих в Перечень перспективных экономических специализаций Республики Саха (Якутия)⁶, в Перечень видов экономической деятельности местных товаропроизводителей в Республике Саха (Якутия)⁷. Перспективным подходом может стать проведение совместных стратегических сессий с представителями отраслей и научных организаций с выделением основных рисков,

проработкой возможных адаптационных проектов и мер их поддержки. Работу по адаптации следует начинать с крупнейших предприятий с государственным участием РС(Я), например ГУП «ЖКХ РС(Я)», и иных предприятий инфраструктурной специализации.

Реализация плана адаптации должна оцениваться по уровню достижения целевых показателей и стоимости адаптационных мероприятий относительного предотвращенного ущерба. Соответственно, каждое мероприятие нуждается в установлении критерия эффективности, максимально точно характеризующего достижение результата в зависимости от прогноза климатических рисков. Также реализация мер адаптации требует их интеграции в стратегические документы регионального и муниципального уровней, в частности в разрабатываемую в этот же период Стратегию социально-экономического развития РС(Я) до 2032 года с целевым видением до 2050 года.

Заключение

Климатические изменения требуют внедрения эффективных и обоснованных мер по адаптации регионов, на это же направлена и актуальная нормативно-правовая документация, от Климатической доктрины до приказов Минэкономразвития РФ. Анализ современной регуляторики показал, что она содержит ряд противоречий, с которыми связаны проблемные аспекты адаптации регионов России: (1) определение климатически уязвимых объектов через ретроспективные данные об ущербах и форму собственности (подведомственность); (2) рассинхронизация полномочий между федерацией и субъектами РФ, в том числе в контексте учета интересов регионов в ведомственных планах адаптации; (3) отсутствие муниципального уровня публичной власти в адаптационной регуляторике; (4) неопределенность механизмов взаимодействия между региональными органами исполнительной власти и субъектами экономической деятельности.

Экономический аспект адаптационных мероприятий в Республике Саха (Якутия) связан с затратами на избежание ущерба, среди которых в числе приоритетных рассматривается строительство гидротехнических сооружений защиты от наводнений, а также развитие механизмов страхования. При рассмотрении адаптации как использования открывающихся возможностей основной акцент сделан на развитии человеческого капитала. По результатам исследования обозначены основные коллизии в современной регуляторике,

⁶ Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 г.: утв. Распоряжением Правительства РФ от 13.02.2019 г. № 207-р.

⁷ Перечень видов экономической деятельности местных товаропроизводителей в Республике Саха (Якутия): утв. Распоряжением Правительства РС(Я) от 25.05.2022 г. № 448-р.

ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В АРКТИКЕ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

влияющие на качество и успешность регионального планирования адаптационных мероприятий, иллюстрированные статистическими данными по Республике Саха (Якутия), сформулированы и обоснованы основные подходы к актуализации регионального плана адаптации Республики Саха (Якутия) к изменениям климата, предложены приоритетные направления и этапы, направленные как на быстрое внедрение отдельных наиболее эффективных мероприятий, так и на формирование стратегических направлений

адаптации к климатическим изменениям. Перспективы дальнейших исследований связаны, с одной стороны, с дальнейшим анализом и совершенствованием нормативной базы в части определения климатических рисков и потенциального ущерба, а также с уточнением влияния комплекса адаптационных мероприятий на экономику региона через призму взаимосвязи экономических и климатических показателей, включая стоимость и эффективность адаптационных мероприятий.

Список источников

1. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. СПб.: Научно-технологические институты, 2022. 124 с.
2. Hadré E., Küpper J., Tschirschwitz J., Mengert M., Labuhn M. Quantifying generational and geographical inequality of climate change // *Scientific reports*. 2023. Vol. 13, 8483. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-35690-8>.
3. Tananaev, N. Regional ensemble of CMIP6 global climate models for Sakha (Yakutia) Republic, Northern Eurasia // *Polar Research*. 2024. Vol. 41, 101066. <https://doi.org/10.1016/j.polar.2024.101066>.
4. Горохов А. Н., Федоров А. Н. Современные тенденции изменения климата в Якутии // *География и природные ресурсы*. 2018. Т. 39, № 2. С. 111–119. [https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2018-2\(111-119\)](https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2018-2(111-119)).
5. Макаров И. А., Чернокульский А. В. Влияние изменения климата на экономику России: рейтинг регионов по необходимости адаптации // *Журнал Новой экономической ассоциации*. 2023. № 4 (61). С. 145–202. https://doi.org/10.31737/22212264_2023_4_145-202.
6. Анисимов О. А., Бадина С. В. Оптимизация региональных планов адаптации к изменению климата в Арктической зоне России на основе прогностического моделирования // *Арктика: экология и экономика*. 2024. Т. 14, № 3. С. 350–359. <https://doi.org/10.25283/2223-4594-2024-3-350-359>.
7. Прокопьев Е. А., Рослякова Н. А. Оценка влияния изменения климата на экономику Севера (обзор литературы) // *Управление экономическими системами: электронный научный журнал*. 2017. № 10 (104). С. 8.
8. Порфирьев Б. Н., Терентьев Н. Е., Зинченко Ю. В. Планирование адаптации к изменениям климата: мировой опыт и возможности для устойчивого социально-экономического развития России // *Проблемы прогнозирования*. 2023. № 2 (197). С. 154–168. <https://doi.org/10.47711/0868-6351-197-154-168>.
9. Бадина С. В., Панкратов А. А. Адаптационные подходы к климатическим изменениям в документах стратегического управления // *Проблемы теории и практики управления*. 2021. № 9. С. 102–120.
10. Kuprikov M., Kuprikov N., Zaikov K., Zadorin M., Tsvetkova A. Regional climate change adaptation plans in Russia: Legal political overview // *Journal of Infrastructure, Policy and Development*. 2024. Vol. 8, No. 7, 5303. <https://doi.org/10.24294/jipd.v8i7.5303>.
11. Дорогов Н. И., Кулясов Н. С., Кулясова Е. В. Разработка модельного регионального плана адаптации к изменениям климата // *Вестник РЭУ им. Г. В. Плеханова*. 2024. Т. 21, № 1 (133). С. 76–84.
12. Дьяков М. Ю., Михайлова Т. Р. Актуальные вопросы климатической адаптации Камчатского края // *Научные труды ВЭО России*. 2024. Т. 247. С. 390–414. <https://doi.org/10.38197/2072-2060-2024-247-3-390-414>.
13. Липка О. Н., Совкина В. В., Данилов А. Ф., Суляндзига Р. В. Ловозеро, Мурманская область. Стратегия адаптации к изменениям климата для жителей села // *Серия: Библиотека коренных народов Севера*. Вып. № 20. М.: ЦС КМНС, 2020. 74 с.
14. Рябова Л. А., Ключникова Е. М., Боровичев Е. А., Маслобоев В. А. Гражданская наука как инструмент информационного обеспечения принятия решений в российской Арктике в условиях изменения климата // *Север и рынок: формирование экономического порядка*. 2020. № 3 (69). С. 40–55.
15. Изменение климата в российской Арктике в восприятии населения: Мурманская область / Рябова Л. А., Ключникова Е. М., Боровичев Е. А., Маслобоев В. А. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2024. 195 с.
16. Тананаев Н. И. Климатические аспекты планирования региональных мероприятий по адаптации к изменениям климата // *Вестник СВФУ*. 2025. № 1. С. 85–97. <https://doi.org/10.25587/2587-8751-2025-1-85-97>.
17. Медведков А. А. Адаптация к климатическим изменениям: глобальный эколого-экономический тренд и его значение для России // *Географическая среда и живые системы*. 2018. № 4. С. 11–19. <https://doi.org/10.18384/2310-7189-2018-4-11-19>.

ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В АРКТИКЕ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

18. Равино А. В. Экономика изменения климата // Труды Белорусского государственного технического университета. Серия 5: Экономика и управление. 2016. № 7. С. 158–162.
19. Гаврильева Т. Н., Парилова В. Д. Оценка уязвимости традиционных пищевых систем коренных народов РС (Я): результаты социально-экономического исследования // Глобальные вызовы и национальные экологические интересы: экономические и социальные аспекты. Сборник материалов XVII международной научно-практической конференции РОЭЭ (3–8 июля 2023 г.). Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2023. С. 196–205.
20. Боякова С. И., Винокурова Л. И., Игнатъева В. Б., Филиппова В. В. Якутия в условиях глобальных климатических изменений: уязвимость, риски, социальная адаптация // Северо-Восточный гуманитарный вестник. 2010. № 1 (1). С. 22–25.
21. Саввинова А. Н., Гаврильева Т. Н., Парфенова О. Т., Филиппова В. В., Тананаев Н. И. Восприятие населением гидрологических рисков и компенсация ущерба от наводнений в Республике Саха (Якутия) // Арктика: экология и экономика. 2024. Т. 14, № 1. С. 103–115. <https://doi.org/10.25283/2223-4594-2024-1-103-115>.
22. Чернокульский А. В., Лагошин А. В., Воронина Д. С. Оценка физических рисков изменения климата для компаний. М.: ГЕОС, 2022. 36 с.
23. Ford J. D., Smit B., Wandel J. Vulnerability to climate change in the Arctic: A case study from Arctic Bay, Canada // *Global Environmental Change*. 2006. Vol. 16, No. 2. P. 145–160. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2005.11.007>.
24. Гельфан А. Н., Фролова Н. Л., Магрицкий Д. В., Киреева М. Б., Григорьев В. Ю., Мотовилов Ю. Г., Гусев Е. М. Влияние изменения климата на годовой и максимальный сток рек России: оценка и прогноз // *Фундаментальная и прикладная климатология*. 2021. Т. 7, № 1. С. 36–79. <https://doi.org/10.21513/2410-8758-2021-1-36-79>.
25. Caruso G., de Marcos I., Noy I. Climate changes affect human capital // *Economics of Disaster and Climate Change*. 2024. Vol. 8. P. 157–196. <https://doi.org/10.1007/s41885-023-00140-2>.
26. Дьяков М. Ю. Перспективы перехода к устойчивому развитию Камчатского края Российской Федерации // *Управление*. 2023. Т. 11, № 3. С. 38–50. <https://doi.org/10.26425/2309-3633-2023-11-3-38-50>.
27. Kang S.-H., Oh I.-Y., Heo J., Lee H., Kim J., Lim W.-H., Cho Y., Choi E.-K., Yi S.-M., Shin S. D., Kim H., Youn T.-J., Chae I.-H., Oh S. Heat, heat waves, and out-of-hospital cardiac arrest // *International Journal of Cardiology*. 2016. Vol. 221. P. 232–237. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.07.071>.
28. Винокурова Л. И., Филиппова В. В., Сулейманов А. А., Григорьев С. А. В ожидании ледохода: социальные аспекты разрушительных наводнений в сельской Якутии (конец XX — начало XXI вв.) // *Гуманитарные исследования в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке*. 2016. № 1 (35). С. 28–40.
29. Порфирьев Б. Н., Акентьева Е. М., Елисеев Д. О., Хлебникова Е. И. Методические подходы к оценке возможного ущерба экономическим системам от климатических изменений // *Проблемы прогнозирования*. 2024. № 1 (202). С. 67–80. <https://doi.org/10.47711/0868-6351-202-67-80>.
30. Хуторова Н. А. Глобальный рынок катастрофного финансирования и перспективы его формирования в РФ // *Финансовый журнал*. 2021. Т. 13, № 1. С. 75–92. <https://doi.org/10.31107/2075-1990-2021-1-75-92>.
31. Polacek A. Catastrophe bonds // *Chicago Fed Letter*. 2018. No. 405. <https://doi.org/10.21033/cfl-2018-405>.
32. Champalle C., Ford J. D., Sherman M. Prioritizing climate change adaptations in Canadian Arctic communities // *Sustainability*. 2015. Vol. 7, No. 7. P. 9268–9292. <https://doi.org/10.3390/su7079268>.
33. Ананичева М. Д., Литвиненко Т. В., Филиппова В. В. Изменение климата в Республике Саха (Якутия) и его влияние на население: инструментальные измерения и наблюдения местных жителей // *Географическая среда и живые системы*. 2021. № 3. С. 6–21. <https://doi.org/10.18384/2712-7621-2021-3-6-21>.

References

1. *Tretii otsenochnyi doklad ob izmeneniyakh klimata i ikh posledstviyakh na territorii Rossiiskoi Federatsii. Obshchee rezyume*. [Third assessment report on climate change and its impacts on the territory of the Russian Federation. A summary]. Saint Petersburg, Naukoemkie tekhnologii, 2022, 124 p. (In Russ.).
2. Hadré E., Küpper J., Tschirschwitz J., Mengert M., Labuhn M. Quantifying generational and geographical inequality of climate change. *Scientific Reports*, 2023, Vol. 13, 8483. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-35690-8>.
3. Tananaev, N. Regional ensemble of CMIP6 global climate models for Sakha (Yakutia) Republic, Northern Eurasia. *Polar Research*, 2024, Vol. 41, 101066. <https://doi.org/10.1016/j.polar.2024.101066>.
4. Gorokhov A. N., Fedorov A. N. Sovremennyye tendentsii izmeneniya klimata v Yakutii [Current trends in climate change in Yakutia]. *Geografiya i prirodnye resursy* [Geography and Natural Resources], 2018, Vol. 39, No. 2, pp. 111–119. [https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2018-2\(111-119\)](https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2018-2(111-119)). (In Russ.).

ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В АРКТИКЕ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

5. Makarov I. A., Chernokulsky A. V. Vliyanie izmeneniya klimata na ekonomiku Rossii: reiting regionov po neobkhodimosti adaptatsii [Impacts of climate change on the Russian economy: Ranking of regions by adaptation needs]. *Zhurnal Novoi ekonomicheskoi assotsiatsii* [Journal of the New Economic Association], 2023, No. 4 (61), pp. 145–202. https://doi.org/10.31737/22212264_2023_4_145-202. (In Russ.).
6. Anisimov O. A., Badina S. V. Optimizatsiya regional'nykh planov adaptatsii k izmeneniyu klimata v Arkticheskoi zone Rossii na osnove prognosticheskogo modelirovaniya [Optimization of regional adaptation plans to climate change in the Russian Arctic based on forecasting modeling]. *Arktika: ekologiya i ekonomika* [Arctic: Ecology and Economy], 2024, Vol. 14, No. 3, pp. 350–359. <https://doi.org/10.25283/2223-4594-2024-3-350-359>. (In Russ.).
7. Prokopyev E. A., Roslyakova N. A. Otsenka vliyaniya izmeneniya klimata na ekonomiku Severa (obzor literatury) [Economic impacts assessment of climate change in the North (a literature review)]. *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami: elektronnyi nauchnyi zhurnal* [Management of Economic Systems: Electronic Scientific Journal], 2017, No. 10 (104), p. 8. (In Russ.).
8. Porfiriev B. N., Terent'ev N. E., Zinchenko Yu. V. Planirovanie adaptatsii k izmeneniyam klimata: mirovoi opyt i vozmozhnosti dlya ustoychivogo sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Rossii [Planning for adaptation to climate change: World experience and opportunities for sustainable social and economic development in Russia]. *Problemy prognozirovaniya* [Studies on Russian Economic Development], 2023, Vol. 34, No. 2, pp. 263–273. <https://doi.org/10.1134/S1075700723020119>. (In Russ.).
9. Badina S. V., Pankratov A. A. Adaptatsionnye podkhody k klimaticheskim izmeneniyam v dokumentakh strategicheskogo upravleniya [The problem of adaptation of the population and economy of the Russian Arctic to the consequences of climate change in strategic planning documents]. *Problemy teorii i praktiki upravleniya* [Problems of Management Theory and Practice], 2021, No. 9, pp. 102–120. (In Russ.).
10. Kuprikov M., Kuprikov N., Zaikov K., Zadorin M., Tsvetkova A. Regional climate change adaptation plans in Russia: Legal political overview. *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, 2024, Vol. 8, Iss. 7, 5303. <https://doi.org/10.24294/jipd.v8i7.5303>.
11. Dorogov N. I., Kulyasov N. S., Kulyasova E. V. Razrabotka model'nogo regional'nogo plana adaptatsii k izmeneniyam klimata [Developing pattern regional plan of adaptation to climate change]. *Vestnik REU im. G. V. Plekhanova* [Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics], 2024, No. 1, pp. 76–84. (In Russ.).
12. Dyakov M. Y., Mikhailova T. R. Aktual'nye voprosy klimaticheskoi adaptatsii Kamchatskogo kraya [Topical issues of climate adaptation of the Kamchatka Territory]. *Nauchnye trudy VEO Rossii* [Scientific Works of the Free Economic Society of Russia], 2024, Vol. 247, pp. 390–414. <https://doi.org/10.38197/2072-2060-2024-247-3-390-414>. (In Russ.).
13. Lipka O. N., Sovkina V. V., Danilov A. F., Sulyandziga R. V. Lovozero, Murmanskaya oblast'. Strategiya adaptatsii k izmeneniyam klimata dlya zhitelei sela [Lovozero, Murmansk Oblast. Climate change adaptation strategy for villagers]. *Seriya: Biblioteka korennykh narodov Severa* [Series: Library of the Indigenous Peoples of the North], No. 20. Moscow, TsS KMNS, 2020, 74 p. (In Russ.).
14. Riabova L. A., Klyuchnikova E. M., Borovichev E. A., Masloboev V. A. Grazhdanskaya nauka kak instrument informatsionnogo obespecheniya prinyatiya reshenii v rossiiskoi Arktike v usloviyakh izmeneniya klimata [Citizen science as a tool for information support of decision-making in the Russian Arctic under conditions of climate change]. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poryadka* [The North and the Market: Forming the Economic Order], 2020, No. 3 (69), pp. 40–55. (In Russ.).
15. Riabova L. A., Klyuchnikova E. M., Borovichev E. A., Masloboev V. A. *Izmenenie klimata v rossiiskoi Arktike v vospriyatii naseleniya: Murmanskaya oblast'* [Climate change in the Russian Arctic as perceived by the population. Murmansk Oblast]. Apatity, Publishing House of KSC RAS, 2024, 195 p. (In Russ.).
16. Tananaev N. I. Klimaticheskie aspekty planirovaniya regional'nykh meropriyatii po adaptatsii k izmeneniyam klimata [Climate basis for planning regional actions for adaptation to climate change]. *Vestnik SVFU im. M. K. Ammosova. Seriya Nauki o Zemle* [Vestnik of North-Eastern Federal University Series "Earth Sciences"], 2025, No. 1, pp. 85–97. <https://doi.org/10.25587/2587-8751-2025-1-85-97>. (In Russ.).
17. Medvedkov A. A. Adaptatsiya k klimaticheskim izmeneniyam: global'nyi ekologo-ekonomicheskii trend i ego znachenie dlya Rossii [Adaptation to climate changes: Global ecological and economic trend and its significance for Russia]. *Geograficheskaya sreda i zhivye sistemy* [Geographical Environment and Living Systems], 2018, No. 4, pp. 11–19. <https://doi.org/10.18384/2310-7189-2018-4-11-19>. (In Russ.).
18. Ravino A. V. Ekonomika izmeneniya klimata [Climate change economics]. *Trudy Belorusskogo gosudarstvennogo tehnikeskogo universiteta. Seriya 5: Ekonomika i upravlenie* [Proceedings of the Belarusian State Technical University. Series 5: Economics and Management], 2016, No. 7, pp. 158–162. (In Russ.).

ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В АРКТИКЕ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

19. Gavrilyeva T. N., Parilova V. D. Otsenka uyazvimosti traditsionnykh pishchevykh sistem korennykh narodov RS (Ya): rezul'taty sotsial'no-ekonomicheskogo issledovaniya [Vulnerability assessment of traditional food systems of indigenous peoples of the Republic of Sakha (Yakutia): Results of socio-economic research]. *Global'nye vyzovy i natsional'nye ekologicheskie interesy: ekonomicheskie i sotsial'nye aspekty. Sbornik materialov XVII mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii Rossiiskogo obshchestva ekologicheskoi ekonomiki* [Global challenges and national environmental interests: Economic and social aspects. Proceedings of the XVII International Scientific and Practical Conference of the Russian Society for Ecological Economics]. Novosibirsk, Institute of Economics and Industrial Engineering, SB RAS, 2023, pp. 196–205. (In Russ.).
20. Boyakova S. I., Vinokurova L. I., Ignatjeva V. B., Filippova V. V. Yakutiya v usloviyakh global'nykh klimaticheskikh izmenenii: uyazvimost', riski, sotsial'naya adaptatsiya [Yakutia under the conditions of global climate changes: Vulnerability, risks, social adaptation]. *Severo-Vostochnyi gumanitarnyi vestnik* [North-Eastern Humanitarian Bulletin], 2010, No. 1 (1), pp. 22–25. (In Russ.).
21. Savvinova A. N., Gavrilyeva T. N., Parfenova O. T., Filippova V. V., Tananaev N. I. Vospriyatie naseleniem gidrologicheskikh riskov i kompensatsiya ushcherba ot navodnenii v Respublike Sakha (Yakutiya) [Public perception of hydrological risks and flood damage mitigation practices in the Republic of Sakha (Yakutia)]. *Arktika: ekologiya i ekonomika* [Arctic: Ecology and Economy], 2024. Vol. 14, No. 1, pp. 103–115. <https://doi.org/10.25283/2223-4594-2024-1-103-115>. (In Russ.).
22. Chernokulsky A. V., Lagoshin A. V., Voronina D. S. Otsenka fizicheskikh riskov izmeneniya klimata dlya kompanii [Assessment of the physical risks of climate change in the business sector]. Moscow, GEOS, 2022, 36 p. (In Russ.).
23. Ford J. D., Smit B., Wandel J. Vulnerability to climate change in the Arctic: A case study from Arctic Bay, Canada. *Global Environmental Change*, 2006, Vol. 16, No. 2, pp. 145–160. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2005.11.007>.
24. Gelfan A. N., Frolova N. L., Magritsky D. V., Kireeva M. B., Grigoriev V. Yu., Motovilov Yu. G., Gusev E. M. Vliyaniye izmeneniya klimata na godovoi i maksimal'nyi stok rek Rossii: otsenka i prognoz [Climate change impact on annual and maximum runoff of Russian rivers: Diagnosis and projections]. *Fundamental'naya i prikladnaya klimatologiya* [Fundamental and Applied Climatology], 2021, Vol. 7, No. 1, pp. 36–79. <https://doi.org/10.21513/2410-8758-2021-1-36-79>. (In Russ.).
25. Caruso G., de Marcos I., Noy I. Climate changes affect human capital. *Economics of Disaster and Climate Change*, 2024, Vol. 8, pp. 157–196. <https://doi.org/10.1007/s41885-023-00140-2>.
26. Dyakov M. Yu. Perspektivy perekhoda k ustoichivomu razvitiyu Kamchatskogo kraya Rossiiskoi Federatsii [Transition prospects to sustainable development of the Kamchatka Krai in the Russian Federation]. *Upravlenie* [Management (Russia)], 2023, Vol. 11, No. 3, pp. 38–50. <https://doi.org/10.26425/2309-3633-2023-11-3-38-50>. (In Russ.).
27. Kang S.-H., Oh I.-Y., Heo J., Lee H., Kim J., Lim W.-H., Cho Y., Choi E.-K., Yi S.-M., Shin S. D., Kim H., Youn T.-J., Chae I.-H., Oh S. Heat, heat waves, and out-of-hospital cardiac arrest. *International Journal of Cardiology*, 2016, Vol. 221, pp. 232–237. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.07.071>.
28. Vinokurova L. I., Filippova V. V., Suleymanov A. A., Grigorev S. A. V ozhidanii ledokhoda: sotsial'nye aspekty razrushitel'nykh navodnenii v sel'skoi Yakutii (konets XX — nachalo XXI vv.) [Waiting for an ice-break: Social aspects of devastating floods in rural Yakutia (late XXth — beginning of XXIst century)]. *Gumanitarnye issledovaniya v Vostochnoi Sibiri i na Dal'nem Vostoke* [Humanitarian research in Eastern Siberia and the Far East], 2016, No. 1 (35), pp. 28–40. (In Russ.).
29. Porfiriev B. N., Akent'eva E. M., Eliseev D. O., Khlebnikova E. I. Metodicheskie podkhody k otsenke vozmozhnogo ushcherba ekonomicheskim sistemam ot klimaticheskikh izmenenii [Methodological approaches to assessing possible damage to economic systems from climate change]. *Problemy prognozirovaniya* [Studies on Russian Economic Development], 2024, No. 1 (202), pp. 67–80. <https://doi.org/10.47711/0868-6351-202-67-80>. (In Russ.).
30. Khutorova N. A. Global'nyi rynek katastrofnogo finansirovaniya i perspektivy ego formirovaniya v RF [Global catastrophe finance market and the prospects of its formation in the Russian Federation]. *Finansovyi zhurnal* [Financial Journal], 2021, Vol. 13, No. 1, pp. 75–92. <https://doi.org/10.31107/2075-1990-2021-1-75-92>. (In Russ.).
31. Polacek A. Catastrophe bonds. *Chicago Fed Letter*, 2018, No. 405. <https://doi.org/10.21033/cfl-2018-405>.
32. Champalle C., Ford J. D., Sherman M. Prioritizing climate change adaptations in Canadian Arctic communities. *Sustainability*, 2015, Vol. 7, No. 7, pp. 9268–9292. <https://doi.org/10.3390/su7079268>.
33. Ananicheva M. D., Litvinenko T. V., Filippova V. V. Izmeneniye klimata v Respublike Sakha (Yakutiya) i ego vliyaniye na naseleniye: instrumental'nye izmereniya i nablyudeniya mestnykh zhitel'ei [Climate change in the Republic of Sakha (Yakutia) and its impact on the population: Instrumental measurement and observations of the local population]. *Geograficheskaya sreda i zhivye sistemy* [Geographical Environment and Living Systems], 2021, No. 3, pp. 6–21. <https://doi.org/10.18384/2712-7621-2021-3-6-21>. (In Russ.).

ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В АРКТИКЕ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Об авторах:

Н. И. Тананаев — канд. географ. наук, заведующий лабораторией, доц., СВФУ им. М. К. Аммосова; ведущий научный сотрудник, Камчатский государственный университет им. Витуса Беринга;

Т. Н. Гаврильева — докт. экон. наук, проф., СВФУ им. М. К. Аммосова; главный научный сотрудник, Арктический научно-исследовательский центр Республики Саха (Якутия);

Н. А. Красильникова — канд. экон. наук, директор;

Ж. Ф. Посельская — заместитель руководителя Департамента прогнозирования и развития реального сектора экономики;

И. В. Самсонова — докт. экон. наук, доц., руководитель отдела этносоциальных и этноэкономических исследований геосистем, главный научный сотрудник;

Е. С. Колганов — директор, АНО «Центр управления проектами НОЦ “Север”»; руководитель межрегионального проектного офиса НОЦ мирового уровня «Север: территория устойчивого развития».

About the authors:

N. I. Tananaev — PhD (Geography), Laboratory Head, Associate Professor, M. K. Ammosov North-Eastern Federal University; Lead Researcher, Vitus Bering Kamchatka State University;

T. N. Gavrilyeva — DSc (Economics), Professor, M. K. Ammosov North-Eastern Federal University; Chief Researcher, Arctic Research Center of Sakha Republic (Yakutia);

N. A. Krasilnikova — PhD (Economics), Director;

Z. F. Poselskaya — Deputy Head, Department of Forecasting and Development of the Real Economy Sector;

I. V. Samsonova — DSc (Economics), Associate Professor, Head of the Department of Ethno-social and Ethno-economic Studies of Geosystems, Chief Researcher;

E. S. Kolganov — Director of Project Management Center, North Research and Education Center; Head of North Research and Education Center.

Статья поступила в редакцию 23 декабря 2024 года.

Статья принята к публикации 10 апреля 2025 года.

The article was submitted on December 23, 2024.

Accepted for publication on April 10, 2025.