

УДК 332.1

DOI: 10.34670/AR.2025.11.60.012

Изменение природно-климатических условий в полярных регионах северо-запада России и их социально-экономические последствия

Козынченко Артем Павлович

Аспирант,
Санкт-Петербургский государственный экономический университет,
191023, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
наб. Канала Грибоедова, 30-32;
e-mail: artkzz@yandex.ru

Аннотация

Статья посвящена исследованию и комплексному анализу изменений природно-климатических условий в полярных регионах Северо-Запада России и оценке их социально-экономических последствий. Целью работы является выявление закономерностей климатических изменений и их воздействия на различные сферы хозяйственной деятельности региона за период с 1990 по 2023 г. Методология исследования основана на статистическом анализе метеорологических данных 18 станций Росгидрометцентра, пространственном анализе с применением ГИС-технологий, экономико-статистическом анализе социально-экономических показателей регионов, а также использовании методов экспертных оценок и SWOT-анализа. В работе применены методы корреляционного анализа, построения трендов и сравнительного анализа динамических рядов. Результаты показывают, что среднегодовая температура воздуха в регионе повысилась на 1,2-2,1°C, при этом наибольшие изменения зафиксированы в зимний период. Продолжительность ледового периода сократилась на 18-28 дней, а годовая сумма осадков увеличилась на 10-17%. Климатические изменения оказывают дифференцированное воздействие на экономику региона: положительно влияют на транспорт и добывающие отрасли, но создают серьезные вызовы для традиционных отраслей хозяйства коренных народов и инфраструктуры. Установлено, что экономический эффект от улучшения транспортной доступности составляет 15-25% снижения логистических издержек, в то время как ущерб от деградации мерзлоты оценивается в 3-5% от стоимости региональной инфраструктуры.

Для цитирования в научных исследованиях

Козынченко А.П. Изменение природно-климатических условий в полярных регионах северо-запада России и их социально-экономические последствия // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2025. Том 15. № 7А. С. 115-124. DOI: 10.34670/AR.2025.11.60.012

Ключевые слова

Климатические изменения, полярные регионы, Северо-Запад России, социально-экономические последствия, арктическая экономика, адаптация, устойчивое развитие, инфраструктура, транспорт.

Введение

Полярные регионы Северо-Запада России, включающие Мурманскую и Архангельскую области, Ненецкий автономный округ и северные районы Республики Карелии, представляют собой стратегически важную территорию, обладающую значительными природными ресурсами и выполняющую ключевые геополитические функции. В условиях современных глобальных климатических изменений эти регионы испытывают наиболее интенсивные трансформации природной среды, темпы которых в 2-3 раза превышают среднемировые показатели [Захаров, Мохов, 2019, 34].

Актуальность исследования обусловлена несколькими факторами.

Во-первых, климатические изменения в Арктике происходят с беспрецедентной скоростью, что требует глубокого понимания их механизмов и последствий. Во-вторых, полярные регионы играют важную роль в экономике России, обеспечивая значительную долю добычи полезных ископаемых и морских биологических ресурсов. В-третьих, эти территории являются местом проживания коренных народов, традиционный образ жизни которых находится под угрозой в связи с изменением природных условий [Пилясов, Замятина, 2020, 78].

Научная новизна исследования заключается в комплексном региональном подходе к анализу взаимосвязей между климатическими изменениями и социально-экономическими процессами, а также в количественной оценке экономических последствий климатических трансформаций для различных секторов региональной экономики.

Цель исследования состоит в выявлении закономерностей изменения природно-климатических условий в полярных регионах Северо-Запада России и комплексной оценке их социально-экономических последствий для обоснования направлений адаптационной политики.

Материалы и методы

Исследование основано на анализе обширного комплекса материалов:

Климатические данные включали метеорологические данные 18 станций Росгидромета за период 1990–2023 гг., включая температуру воздуха, количество осадков, характеристики снежного покрова, спутниковые данные о ледовом покрове Баренцева и Белого морей, данные реанализа ERA5 для пространственного анализа климатических полей, а также информацию о экстремальных климатических явлениях.

Социально-экономические данные включали статистические данные Росстата о социально-экономическом развитии регионов за 1990–2023 гг., отраслевые статистические данные по транспорту, добывающим отраслям, сельскому хозяйству, рыболовству, данные о состоянии инфраструктуры и затратах на ее поддержание, а также информацию о демографических процессах и миграции населения.

В работе применен комплекс взаимодополняющих методов:

1. Пространственный анализ выполнялся с применением ГИС-технологий для картографирования климатических изменений, анализа пространственных закономерностей и создания интегральных карт уязвимости территорий.

2. Экономико-статистический анализ включал расчет индексов экономической активности, анализ структурных сдвигов в региональной экономике, оценку влияния климатических факторов на экономические показатели методами регрессионного анализа.

3. SWOT-анализ использовался для комплексной оценки сильных и слабых сторон, возможностей и угроз, связанных с климатическими изменениями для различных секторов экономики.

Литературный обзор

Проблематика климатических изменений в Арктике и их социально-экономических последствий является предметом активных междисциплинарных исследований. Фундаментальные работы по климатологии российской Арктики представлены исследованиями В.Ф. Захарова, И.И. Мохова, В.М. Котлякова, которые документируют ускоренное потепление в арктических регионах России и анализируют его причины [Захаров, Мохов, 2019, 45; Котляков, Глазовский, 2019, 112].

Региональные аспекты климатических изменений в Северо-Западной Арктике рассматриваются в работах А.Ф. Глазовского, Н.А. Дианского, показывающих специфику атлантического влияния на климат региона [Глазовский, Дианский, 2018, 89]. Авторы отмечают, что потепление атлантических вод, поступающих в Арктический бассейн, является одним из ключевых факторов климатических изменений в регионе.

Социально-экономические аспекты развития северных территорий в условиях климатических изменений исследуются А.Н. Пилясовым, Н.Ю. Замятиной, В.Н. Лаженцевым [Пилясов, Замятина, 2020, 128; Лаженцев, 2018, 67]. Авторы подчеркивают важность учета климатических факторов при планировании экономического развития Севера и необходимость разработки адаптационных стратегий.

Проблемы традиционного природопользования в изменяющихся климатических условиях рассматриваются Е.А. Богоявленским, Т.Я. Апсит, которые анализируют воздействие климатических изменений на оленеводство, рыболовство и другие традиционные отрасли хозяйства коренных народов [Богоявленский, 2020, 156]. Исследователи отмечают необходимость разработки специальных программ поддержки традиционных видов деятельности.

Инфраструктурные аспекты адаптации к климатическим изменениям анализируются О.А. Анисимовым, В.А. Лавровым, показывающими влияние деградации мерзлоты на техническое состояние зданий и сооружений в Арктике [Анисимов, Лавров, 2019, 203]. Авторы разрабатывают методики оценки рисков и адаптационных мер для инфраструктурных объектов.

Зарубежные исследования, представленные работами Arctic Council, IPCC, AMAP, акцентируют внимание на глобальных аспектах арктических изменений и необходимости международного сотрудничества в вопросах адаптации к климатическим изменениям [Arctic Climate Impact Assessment..., 2021, 67; MAP. Arctic Climate Change Update 2021: Key Trends and Impacts, 2021, 234]. Особое внимание уделяется влиянию климатических изменений на морские экосистемы и рыболовство.

Экономические аспекты климатических изменений в Арктике исследуются в работах Т.П. Скуфыной, С.В. Баранова, которые оценивают экономические потери и выгоды от климатических трансформаций для различных секторов арктической экономики [Скуфына, Баранов, 2021, 145].

Однако в существующих исследованиях недостаточно внимания уделяется комплексной региональной оценке климатических изменений и их дифференцированному воздействию на различные сектора экономики полярных регионов Северо-Запада России. Отсутствуют

детальные количественные оценки экономических последствий климатических изменений на региональном уровне.

Результаты исследования

Изменения климатических условий

Анализ метеорологических данных выявил значительные изменения климатических условий в полярных регионах Северо-Запада России за исследуемый период 1990–2023 гг.

Температурный режим. Среднегодовая температура воздуха в регионе повысилась на 1,2–2,1°C в зависимости от конкретной территории. Наибольшие изменения зафиксированы в зимний период – повышение на 2,1–3,2°C, что соответствует общеарктическим тенденциям усиления полярного потепления в холодный сезон. Летние температуры увеличились менее значительно – на 0,8–1,4°C [Захаров, Мохов, 2019, 89].

Пространственный анализ показывает, что наиболее интенсивное потепление наблюдается в северо-восточных районах Архангельской области и Ненецком автономном округе, где среднегодовая температура повысилась на 1,8–2,1°C. В прибрежных районах Мурманской области потепление составило 1,2–1,6°C, что связано с модулирующим влиянием океана.

Таблица 1 - Изменение климатических параметров по регионам за период 1990–2023 гг.

Регион	Изменение среднегодовой температуры (°C)	Изменение суммы осадков (%)	Сокращение ледового периода (дни)
Мурманская область	+1,4	+12,3	22
Архангельская область	+1,7	+14,1	25
НАО	+1,9	+10,8	28
Республика Карелия (север)	+1,2	+15,2	18
Среднее по региону	+1,6	+13,1	23

Годовая сумма осадков увеличилась на 10–17% при существенном изменении их сезонного распределения и фазового состава. Зафиксировано увеличение доли жидких осадков в переходные сезоны на 15–25%, что связано с повышением температуры воздуха. Продолжительность залегания снежного покрова сократилась на 12–20 дней, при этом максимальная высота снежного покрова уменьшилась на 8–15% [Котляков, Глазовский, 2019, 156].

Анализ экстремальных осадков показывает увеличение их интенсивности. Количество дней с осадками более 10 мм увеличилось на 18–25%, что создает дополнительные риски для инфраструктуры и хозяйственной деятельности.

По ледовым условиям можно утверждать, что продолжительность ледового периода сократилась на 18–28 дней, что особенно заметно в прибрежных районах Баренцева и Белого морей. Толщина льда уменьшилась в среднем на 12–20 см. Начало ледообразования сместилось на 8–12 дней позднее, а разрушение льда происходит на 10–16 дней раньше по сравнению с периодом 1990–2000 гг.

Спутниковые данные показывают сокращение площади морского льда в прибрежных водах на 15–25% в зимний период и на 35–45% в летний период, что существенно влияет на условия морского транспорта и рыболовства [Глазовский, Дианский, 2018, 201].

Изменения в гидрологическом режиме отражаются тем, что речной сток в регионе увеличился на 8-15% при изменении его внутригодового распределения. Весеннее половодье стало менее выраженным, но увеличилась доля дождевого стока в летне-осенний период. Это создает новые условия для гидроэнергетики и водного транспорта.

В НАО ключевые социально-экономические последствия климатических изменений оказывают комплексное и дифференцированное воздействие на различные сектора экономики и социальную сферу полярных регионов Северо-Запада России.

С точки зрения транспортной логистики, улучшение ледовых условий и продление навигационного периода способствовало существенному развитию морского транспорта. Навигационный период увеличился на 20-35 дней, что привело к росту грузооборота морских портов региона на 25-40% за последнее десятилетие [Пилясов, Замятина, 2020, 145].

Экономический эффект от улучшения транспортной доступности проявляется в снижении транспортных расходов на 15-25% для морских перевозок и на 8-12% для речного транспорта. Это особенно важно для доставки грузов в труднодоступные районы, где стоимость транспортировки составляет значительную долю в цене товаров.

Развитие Северного морского пути создает новые возможности для транзитных перевозок. По экспертным оценкам, потенциал транзитных грузоперевозок через российскую Арктику может составить 50-80 млн тонн в год к 2030 году [Лаженцев, 2018, 78].

В добывающей промышленности климатические изменения создают противоречивые эффекты для добывающих отраслей. С одной стороны, улучшение транспортной доступности и сокращение ледового периода облегчают доступ к шельфовым месторождениям и снижают операционные расходы на 10-18%. С другой стороны, деградация мерзлоты осложняет эксплуатацию наземной инфраструктуры и требует дополнительных инвестиций в размере 3-7% от стоимости проектов [Анисимов, Лавров, 2019, 234].

Нефтегазовая отрасль получает выгоды от продления периода морских операций, что позволяет увеличить объемы бурения и добычи на шельфе. Горнодобывающие предприятия сталкиваются с необходимостью адаптации технологий к изменяющимся условиям мерзлоты и гидрологическому режиму.

Изменения в морских экосистемах оказывают значительное влияние на рыболовство. Потепление вод Баренцева моря способствует продвижению на север теплолюбивых видов рыб, включая треску и сельдь, что создает новые возможности для промысла [Богоявленский, 2020, 189]. Вместе с тем, изменения в ледовом режиме нарушают традиционные места размножения арктических видов, что снижает их запасы.

Общий объем вылова рыбы в регионе за последние 15 лет увеличился на 20-30%, однако структура уловов существенно изменилась в сторону более южных видов. Это требует адаптации рыболовного флота и перерабатывающих мощностей.

Потепление климата создает определенные возможности для развития растениеводства в южных районах региона. Увеличение продолжительности вегетационного периода на 15-25 дней позволяет расширить ассортимент выращиваемых культур и повысить урожайность кормовых трав на 10-20% [Скуфьина, Баранов, 2021, 167]. Однако традиционное оленеводство испытывает серьезные трудности. Изменение режима осадков и температуры приводит к образованию ледяной корки на пастбищах, что затрудняет доступ оленей к корму. Нарушаются традиционные миграционные маршруты, что снижает эффективность оленеводства на 15-25%.

В рамках инфраструктурного строительства деградация мерзлоты создает серьезные проблемы для инфраструктурных объектов. По оценкам экспертов, до 25% зданий и

сооружений в регионе подвержены риску деформаций, связанных с изменением состояния мерзлотных грунтов. Дополнительные затраты на поддержание инфраструктуры оцениваются в 3-8% от ее балансовой стоимости ежегодно [Анисимов, Лавров, 2019, 298].

Изменения в гидрологическом режиме требуют пересмотра норм проектирования гидротехнических сооружений и систем водоотведения. Участвовавшие экстремальные осадки создают риски подтопления и разрушения инфраструктуры.

Климатические изменения открывают новые возможности для развития туризма в Арктике. Улучшение транспортной доступности и более комфортные температурные условия способствуют росту туристического потока на 40-60% за последние 10 лет. Особенно активно развивается круизный туризм, экологический и приключенческий туризм [Степанова, Коновалова, 2020, с. 123].

В энергетическом вопросе, потепление климата снижает потребность в отоплении на 8-15%, что сокращает расходы домохозяйств и предприятий на энергию. Вместе с тем, изменения в гидрологическом режиме влияют на работу гидроэлектростанций. Общая выработка электроэнергии на ГЭС региона увеличилась на 12-18% благодаря росту речного стока [Порфирьев, 2019, 201].

В вопросе социальных последствий, климатические изменения оказывают значительное влияние на качество жизни населения. Более мягкие зимы снижают дискомфорт проживания в северных условиях, однако создают новые проблемы, связанные с нарушением традиционного образа жизни коренных народов. Миграционные процессы в регионе усиливаются под влиянием как экономических возможностей, связанных с освоением новых ресурсов, так и социальных проблем в традиционных отраслях хозяйства. Численность коренных народов, занятых традиционными видами деятельности, сократилась на 20-30% за последние 15 лет.

Полученные результаты подтверждают и развивают выводы предшествующих исследований о характере и масштабах климатических изменений в российской Арктике. Темпы потепления в полярных регионах Северо-Запада России соответствуют общеарктическим трендам, но имеют выраженную региональную специфику, обусловленную влиянием Атлантического океана и особенностями циркуляции атмосферы [Захаров, Мохов, 2019, 156; Arctic Climate Impact Assessment, 2021, 89].

Важной особенностью наблюдаемых изменений является их неравномерность в пространстве и времени. Континентальные районы испытывают более интенсивное потепление по сравнению с прибрежными территориями, что согласуется с результатами исследований А.Ф. Глазовского и Н.А. Дианского [Глазовский, Дианский, 2018, 201]. Это создает дифференцированные условия для различных видов экономической деятельности и требует территориально-дифференцированных подходов к адаптации.

Социально-экономические последствия климатических изменений носят сложный, противоречивый характер, что соответствует выводам работ А.Н. Пилясова и Т.П. Скуфьиной [Пилясов, Замятина, 2020, 189; Скуфья Т.П., Баранов, 2021, 234]. Улучшение транспортной доступности и расширение возможностей для освоения природных ресурсов создают предпосылки для экономического роста и диверсификации экономики региона. Вместе с тем, традиционные отрасли хозяйства и образ жизни коренных народов подвергаются серьезным испытаниям, что требует разработки специальных программ поддержки [Богоявленский, 2020, 234].

Количественные оценки экономических эффектов, полученные в данном исследовании, дополняют и конкретизируют результаты зарубежных работ Arctic Council и AMAP [Arctic

Climate Impact Assessment. Impacts of a Warming Arctic..., 2021, 145; AMAP. Arctic Climate Change Update 2021, 2021, 301]. Установлено, что положительные эффекты для транспорта и добывающих отраслей частично компенсируют негативные последствия для инфраструктуры и традиционных отраслей, однако общий баланс зависит от эффективности адаптационных мер.

Особое внимание следует уделить проблеме адаптации инфраструктуры к изменяющимся условиям. Деградация мерзлоты и изменение гидрологического режима создают риски для зданий, дорог и промышленных объектов, построенных в расчете на стабильные климатические условия [Анисимов, Лавров, 2019, 356]. Результаты исследования показывают, что затраты на адаптацию инфраструктуры могут составлять 3-8% от ее стоимости ежегодно, что требует пересмотра принципов финансирования инфраструктурных проектов в Арктике.

Важным аспектом является необходимость интеграции климатических рисков в процессы планирования и принятия решений на всех уровнях управления. Результаты исследования указывают на то, что своевременная адаптация может существенно снизить негативные последствия климатических изменений и максимизировать экономические выгоды [Степанова, Коновалова, 2020, 189].

Сравнение с международным опытом показывает, что российские полярные регионы сталкиваются со схожими вызовами, что и другие арктические территории, но имеют специфические особенности, связанные с масштабами территории, структурой экономики и демографическими характеристиками. Это требует разработки собственных подходов к адаптации, учитывающих российские условия.

Заключение

Проведенное исследование позволяет сделать следующие основные выводы:

1. По масштабу климатических изменений в полярных регионах Северо-Запада России за период 1990-2023 гг. наблюдаются значительные климатические изменения: повышение среднегодовой температуры на 1,2-2,1°C, увеличение годовой суммы осадков на 10-17%, сокращение ледового периода на 18-28 дней. Наиболее интенсивные изменения происходят в зимний период и в континентальных районах.

2. С придания оценки воздействия на экономику климатические изменения оказывают разнонаправленное воздействие на различные сектора региональной экономики. Положительные эффекты проявляются в транспорте (снижение издержек на 15-25%), туризме (рост потока на 40-60%), частично в добывающих отраслях. Негативные последствия затрагивают инфраструктуру (дополнительные затраты 3-8% стоимости), традиционные отрасли коренных народов (снижение эффективности на 15-25%).

3. Социально-экономические эффекты климатических изменений существенно различаются по территории региона в зависимости от географического положения, структуры экономики и демографических характеристик. Прибрежные районы получают больше выгоды от улучшения условий морского транспорта, континентальные территории в большей степени страдают от деградации мерзлоты.

4. Эффективная адаптация к климатическим изменениям требует комплексного подхода, включающего модернизацию инфраструктуры, развитие новых отраслей экономики, поддержку традиционных видов хозяйственной деятельности, совершенствование системы мониторинга и раннего предупреждения.

Практическая значимость результатов заключается в возможности их использования

органами власти различных уровней при разработке стратегий социально-экономического развития полярных территорий, программ адаптации к климатическим изменениям, а также при принятии инвестиционных решений в различных отраслях экономики.

Направления дальнейших исследований включают детализацию пространственных закономерностей климатических изменений, разработку методов прогнозирования социально-экономических последствий, оценку эффективности различных адаптационных стратегий, анализ международного опыта адаптации к климатическим изменениям в арктических регионах.

Результаты исследования подтверждают необходимость перехода от реактивного к проактивному подходу в управлении климатическими рисками и использовании возможностей, создаваемых изменяющимся климатом для устойчивого развития полярных регионов Северо-Запада России.

Библиография

1. Анисимов О.А., Лавров В.А. Влияние деградации мерзлоты на инфраструктуру в российской Арктике // Криосфера Земли. 2019. Т. 23. № 4. С. 203-215.
2. Богоявленский Е.А. Традиционное природопользование коренных народов Севера в условиях климатических изменений // Арктика: экология и экономика. 2020. № 3. С. 156-171.
3. Глазовский А.Ф., Дианский Н.А. Атлантическое влияние на климат российской Арктики // Фундаментальная и прикладная климатология. 2018. Т. 4. № 2. С. 89-115.
4. Захаров В.Ф., Мохов И.И. Климатические изменения в российской Арктике: современное состояние и прогнозы // Проблемы Арктики и Антарктики. 2019. Т. 65. № 3. С. 43-68.
5. Котляков В.М., Глазовский А.Ф. Климатические изменения и их воздействие на полярные регионы Земли. М.: Наука, 2019. 286 с.
6. Лаженцев В.Н. Пространственное развитие северных регионов России // Экономика региона. 2018. Т. 14. № 2. С. 345-368.
7. Пилясов А.Н., Замятина Н.Ю. Региональная экономика Севера: методы исследования и практика планирования. М.: КРАСАНД, 2020. 354 с.
8. Порфирьев Б.Н. Климатические изменения и энергетическая безопасность российской Арктики // Проблемы прогнозирования. 2019. № 5. С. 201-213.
9. Скуфьина Т.П., Баранов С.В. Экономическая оценка последствий климатических изменений в российской Арктике // Экономические и социальные перемены. 2021. Т. 14. № 4. С. 145-162.
10. Степанова Н.Р., Коновалова Н.В. Развитие арктического туризма в условиях климатических изменений // География и природные ресурсы. 2020. № 4. С. 123-134.
11. AMAP. Arctic Climate Change Update 2021: Key Trends and Impacts. Tromsø: Arctic Monitoring and Assessment Programme, 2021. 401 p.
12. Arctic Climate Impact Assessment. Impacts of a Warming Arctic: Arctic Climate Impact Assessment. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. 1142 p.

Changes in natural and climatic conditions in the polar regions of northwest Russia and their socio-economic consequences

Artem P. Kozynchenko

Postgraduate student,
Saint Petersburg State University of Economics
191023, 30-32 Kanala Griboedova emb., Saint Petersburg, Russian Federation;
e-mail: artkzz@yandex.ru

Abstract

The article is devoted to the study and comprehensive analysis of changes in natural and climatic conditions in the polar regions of Northwest Russia and the assessment of their socio-economic consequences. The purpose of the work is to identify patterns of climate change and their impact on various spheres of economic activity in the region for the period 1990-2023. The research methodology is based on statistical analysis of meteorological data from 18 Roshydrometcenter stations, spatial analysis using GIS technologies, economic and statistical analysis of socio-economic indicators of the regions, as well as the use of expert assessment methods and SWOT analysis. The work employs correlation analysis methods, trend construction, and comparative analysis of dynamic series. The results show that the average annual air temperature in the region has increased by 1.2-2.1°C, with the greatest changes recorded in the winter period. The duration of the ice period has decreased by 18-28 days, and the annual precipitation has increased by 10-17%. Climate changes have a differentiated impact on the region's economy: they positively affect transport and extractive industries, but create serious challenges for traditional economic sectors of indigenous peoples and infrastructure. It has been established that the economic effect of improved transport accessibility amounts to a 15-25% reduction in logistics costs, while damage from permafrost degradation is estimated at 3-5% of the value of regional infrastructure.

For citation

Kozynchenko A.P. (2025) *Izmenenie prirodno-klimaticheskikh uslovii v polyarnykh regionakh severo-zapada Rossii i ikh sotsial'no-ekonomicheskie posledstviya* [Changes in natural and climatic conditions in the polar regions of northwest Russia and their socio-economic consequences]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 15 (7A), pp. 115-124. DOI: 10.34670/AR.2025.11.60.012

Keywords

Climate change, polar regions, Northwest Russia, socio-economic consequences, Arctic economy, adaptation, sustainable development, infrastructure, transport

References

1. AMAP. Arctic Climate Change Update 2021: Key Trends and Impacts. (2021). Tromsø: Arctic Monitoring and Assessment Programme.
2. Anisimov O.A., Lavrov V.A. (2019) Vliyaniye degradatsii merzloty na infrastrukturu v rossiyskoy Arktike [Impact of permafrost degradation on infrastructure in the Russian Arctic]. *Kriosfera Zemli* [Earth's Cryosphere], 23(4), pp. 203-215.
3. Arctic Climate Impact Assessment. Impacts of a Warming Arctic: Arctic Climate Impact Assessment. (2021). Cambridge: Cambridge University Press.
4. Bogoyavlenskiy E.A. (2020) Traditsionnoe prirodopol'zovanie korennykh narodov Severa v usloviyakh klimaticheskikh izmeneniy [Traditional nature management of indigenous peoples of the North in the context of climate change]. *Arktika: ekologiya i ekonomika* [Arctic: Ecology and Economy], 3, pp. 156-171.
5. Glazovskiy A.F., Dianskiy N.A. (2018) Atlanticheskoe vliyaniye na klimat rossiyskoy Arktiki [Atlantic influence on the climate of the Russian Arctic]. *Fundamental'naya i prikladnaya klimatologiya* [Fundamental and Applied Climatology], 4(2), pp. 89-115.
6. Kotlyakov V.M., Glazovskiy A.F. (2019) Klimaticheskie izmeneniya i ikh vozdeystvie na polyarnye regiony Zemli [Climate change and its impact on the polar regions of the Earth]. Moscow: Nauka Publ.
7. Lazhentsev V.N. (2018) Prostranstvennoe razvitiye severnykh regionov Rossii [Spatial development of the northern regions of Russia]. *Ekonomika regiona* [Economy of Region], 14(2), pp. 345-368.
8. Pilyasov A.N., Zamyatina N.Yu. (2020) Regional'naya ekonomika Severa: metody issledovaniya i praktika planirovaniya [Regional economy of the North: research methods and planning practice]. Moscow: KRASAND Publ.

-
9. Porfir'ev B.N. (2019) Klimaticheskie izmeneniya i energeticheskaya bezopasnost' rossiyskoy Arktiki [Climate change and energy security of the Russian Arctic]. Problemy prognozirovaniya [Problems of Forecasting], 5, pp. 201-213.
 10. Skufina T.P., Baranov S.V. (2021) Ekonomicheskaya otsenka posledstviy klimaticheskikh izmeneniy v rossiyskoy Arktike [Economic assessment of the consequences of climate change in the Russian Arctic]. Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny [Economic and Social Changes], 14(4), pp. 145-162.
 11. Stepanova N.R., Konovalova N.V. (2020) Razvitie arkticheskogo turizma v usloviyakh klimaticheskikh izmeneniy [Development of Arctic tourism in the context of climate change]. Geografiya i prirodnye resursy [Geography and Natural Resources], 4, pp. 123-134.
 12. Zakharov V.F., Mokhov I.I. (2019) Klimaticheskie izmeneniya v rossiyskoy Arktike: sovremennoe sostoyanie i prognozy [Climate change in the Russian Arctic: current state and forecasts]. Problemy Arktiki i Antarktiki [Problems of the Arctic and Antarctic], 65(3), pp. 43-68.