

С.В. Бадина<sup>1</sup>, А.А. Панкратов<sup>2</sup>

## РЕАЛИЗАЦИЯ КРУПНЫХ ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ПРОЕКТОВ НА ТЕРРИТОРИИ, ПРИЛЕГАЮЩЕЙ К АКВАТОРИИ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ, В КОНТЕКСТЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

### АННОТАЦИЯ

В статье представлен анализ перспектив инфраструктурного обеспечения крупных инвестиционных проектов добывающей промышленности на территории, прилегающей к акватории Северного морского пути (тех проектов, которые должны в долгосрочной перспективе обеспечить его грузовую базу). Произведена стоимостная оценка транспортной инфраструктуры, которая должна появиться до 2030 г. Ее общая стоимость, согласно расчетам, составляет порядка 0,5 трлн рублей в ценах 2021 г. Из них порядка 370 млрд рублей придется на территорию Ямало-Ненецкого автономного округа, 160 млрд рублей – на Красноярский край. Были проанализированы следующие ключевые инфраструктурные проекты: строительство терминала сжиженного природного газа и стабильного газового конденсата «Утренний» в порту Сабетта, строительство железнодорожного Северного широтного хода и подходов к нему, строительство железнодорожной линии «Бованенково-Сабетта», строительство нефтяного и угольного терминалов в морском порту Диксон, реконструкция морских портов Тикси и Певек. Полученные результаты необходимы для прогнозирования ущербов от природных опасностей, вызванных климатическими изменениями. В ходе исследования проанализированы тренды строительной отрасли, динамики инвестиций в основной капитал и основных фондов (в первую очередь по виду деятельности «Транспортировка и хранение») на территории ключевого региона, формирующего грузовую базу Северного морского пути, – Ямало-Ненецкого автономного округа. Анализ показал, что интенсивная динамика, характерная для основных фондов рассматриваемой территории, не позволяет опираться в прогнозах потенциальных ущербов от климатических изменений на данные текущего учета, а требует оценки стоимости основных фондов к середине XXI века.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Северный морской путь, Арктическая зона Российской Федерации, инвестиционный проект, транспортная инфраструктура, климатические изменения, деградация многолетней мерзлоты

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, НИЛ геоэкологии Севера, Ленинские горы, д. 1, 119991, Москва, Россия; ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», лаборатория Региональной политики и региональных инвестиционных процессов, Стремянный пер., 36, 117997, Москва, Россия; *e-mail*: [bad412@yandex.ru](mailto:bad412@yandex.ru)

<sup>2</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Экономический факультет, Кафедра макроэкономической политики и стратегического управления, Ленинские горы, дом 1, строение 46, 119991, Москва, Россия; *e-mail*: [pankratov\\_aleksey\\_ml@mail.ru](mailto:pankratov_aleksey_ml@mail.ru)

Svetlana V. Badina<sup>1</sup>, Alexey A. Pankratov<sup>2</sup>

## IMPLEMENTATION OF LARGE INVESTMENT PROJECTS IN THE NORTHERN SEA ROUTE COASTAL TERRITORY IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGES

### ABSTRACT

The article presents an analysis of the prospects for infrastructure support for large investment projects in the mining industry on the coastal territory of the Northern Sea Route (those projects that should provide its cargo base in the long term). A value estimate was made for the transport infrastructure, which should appear before 2030. Its total value, according to calculations, is about 0.5 trillion rubles in 2021 prices. Of these, about 370 billion rubles related to the territory of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug, and 160 billion rubles – to the Krasnoyarsk krai. The following key infrastructure projects were analyzed: the construction of the “Utrenny” liquefied natural gas and stable gas condensate terminal in the Sabetta seaport, the construction of the Northern Latitudinal Railway, the construction of the Bovanenkovo-Sabetta railway, the construction of oil and coal terminals in the seaport Dixon, reconstruction of the Tiksi and Pevek seaports. The results obtained are necessary for predicting damages from natural hazards caused by climate change. The study analyzed the key trends in the construction industry, the dynamics of investments in fixed assets and fixed assets (primarily by the type of activity “Transportation and storage”) in the territory of the key region that forms the cargo base of the Northern Sea Route – the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. The analysis showed that the intensive dynamics characteristic of the fixed assets of the territory under consideration does not allow forecasting potential damage from climate change based on current data, but requires an assessment of the fixed assets value by the middle of the 21st century.

**KEYWORDS:** Northern Sea Route, Arctic zone of the Russian Federation, investment project, transport infrastructure, climate change, permafrost degradation.

### ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования заключается в особой стратегической значимости Северного морского пути (СМП) как интегрирующей транспортной системы для социально-экономического развития Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ), безальтернативности использования морского транспорта при реализации большинства крупных инвестиционных проектов, связанных с освоением минерально-сырьевых ресурсов, а также снабжении арктических территорий. Проект СМП можно считать одним из крупнейших инфраструктурных проектов современной России, поскольку его долгосрочное развитие предполагает строительство и модернизацию обширной системы, состоящей из взаимосвязанных транспортных объектов: морских и речных портов, железных и автомобильных дорог, аэропортов на территории всего арктического побережья России<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Leninskie Gory 1, Laboratory of Geoecology of the North, 119991, Moscow, Russia, Plekhanov Russian University of Economics, Laboratory of Regional Policy and Regional Investment Processes, Stremyanny lane, 36, 117997, Moscow, Russia; *e-mail*: [bad412@yandex.ru](mailto:bad412@yandex.ru)

<sup>2</sup> Lomonosov Moscow State University, Faculty of Economics, Department of Macroeconomic Policy and Strategic Management, Leninskiye gory, 1, 46 bld, 119991, Moscow, Russia, *e-mail*: [pankratov\\_aleksey\\_ml@mail.ru](mailto:pankratov_aleksey_ml@mail.ru)

<sup>3</sup> В статье СМП рассматривается в его юридически установленных границах – от линии разграничения морских пространств с США и параллелью мыса Дежнева в Беринговом проливе на востоке, до западных входов в новоземельские проливы и меридианом, проходящим на север от мыса Желания, на западе

Значительная доля объектов уже построена, строительство ведется в настоящее время и продолжится с учетом необходимости инфраструктурного обеспечения перспективных сырьевых проектов. В настоящее время происходит сдвиг в логистике многих арктических проектов на северную схему морского вывоза по СМП [Пилясов, Путилова, 2020]. О приоритетном отношении к развитию СМП со стороны государства свидетельствует, в том числе, тот факт, что в его пользу перераспределяется федеральное финансирование, рассчитанное на другие крупные инфраструктурных проекты (например, проекты по развитию внутренних водных путей и высокоскоростных магистралей [Аналитический..., 2020]).

В начале 2022 года ключевым фактором риска функционирования СМП и достижения целевых показателей грузооборота является ухудшение геополитической обстановки. С другой стороны, в складывающихся условиях СМП может стать единственным коридором товарообмена со странами Азиатско-Тихоокеанского региона, а также его роль во внутрироссийских перевозках, вероятно, может возрасти. При этом, при планировании развития ключевое внимание уделяется макроэкономическим и геополитическим факторам, а природно-климатические факторы остаются недостаточно проработанными: их рассматривают поверхностно и преимущественно в позитивном ключе (облегчение ледовых условий вследствие потепления климата [Михайличенко, 2020]). Однако в условиях, в целом, весьма высокой неопределенности прогнозируется множество негативных последствий климатических изменений, ключевым из которых можно считать активацию опасных природных процессов и явлений в акватории и береговой зоне СМП. При этом, согласно существующим климатическим прогнозам, наиболее интенсивные темпы климатических изменений ожидаются именно в центральном и восточном секторах АЗРФ, то есть в регионе исследования (Табл. 1).

Табл. 1. Оценки повышения среднегодовой температуры воздуха  
в АЗРФ в XXI веке (°C).

Table 1. The estimates of the increase in average annual air temperature  
in the Russian Arctic during 21st century (°C).

Источник, год	Западный сектор	Центральный сектор	Восточный сектор	Планета в целом
IPCC, 2007	4–4,5	4,5–5,5	3,5–4	2
CMIP3, 2007	5,5	5	5	2,8
RCP (CMIP5), 2013	5,5	7	6	2,8
SSP3-7.0, IPCC, 2021	5	6	5,5	3

В задачи данного исследования входит оценка стоимости наземной транспортной инфраструктуры, которая должна появиться по завершении реализации запланированных крупных инвестиционных проектов на территории, прилегающей к акватории СМП. Полученные данные могут быть интегрированы с результатами физико-географических исследований, связанных с прогнозированием природных опасностей (опасных береговых процессов, геокриологических опасностей, опасных гидрометеорологических явлений и др.). На основании интеграции результатов могут быть получены оценки потенциального ущерба и рисков, а также разработаны планы управления ими, как, например, показано в работе [Melnikov et al., 2022]. Частичное или полное разрушение инфраструктуры может повлечь за собой не только прямые ущербы и издержки, связанные с необходимостью срочного восстановления, но и косвенные [Badina, 2020], связанные с проблемами снабжения зависимых территорий, задержками поставок продукции на экспорт, вынужденной остановкой произ-

водств и пр. Прогнозы ущербов от таяния многолетней мерзлоты, на которых основывается государство при разработке документов стратегического планирования и адаптационных программ<sup>1</sup>, базируются на данных о текущем состоянии стоимости зданий и сооружений (например, по состоянию на 2020 год). При этом, стоимость основных фондов, особенно в условиях интенсивного инфраструктурного развития на ранее малоосвоенных арктических территориях, является весьма динамичной переменной. В связи с этим величина прямого ущерба может оказаться существенно выше, чем ожидалось.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Информационной базой исследования послужили данные открытых информационных источников: данные Росстата, официальных сайтов ключевых инвесторов, отчеты аналитических и консалтинговых компаний, документы стратегического планирования разных территориальных уровней и др. Расчет стоимости будущих объектов транспортной инфраструктуры выполнен по методике, предложенной и апробированной в предыдущих работах авторов (например, [Badina, 2021]). Для каждого рассматриваемого инвестиционного проекта с учетом его отраслевой принадлежности была рассчитана стоимость зданий и сооружений, которые должны быть построены в момент его завершения, по следующей формуле:

$$k_i n_i I_s = C_s, \quad (1)$$

где  $k_i$  – коэффициент капиталоемкости основных фондов отрасли  $i$  (показывает, какую долю от начального объема инвестиций после завершения строительства составляют основные фонды);  $n_i$  – коэффициент, характеризующий долю стоимости зданий и сооружений в общей стоимости основных фондов для отрасли  $i$ ;  $I_s$  – объем инвестиций в проект  $S$ ;  $C_s$  – стоимость зданий и сооружений в момент завершения реализации инвестиционного проекта  $S$ . По итогам анализа динамики соответствующих показателей на общероссийском уровне было установлено, что для вида деятельности «Транспорт и связь»  $k_i = 0,71$ ;  $n_i = 0,61$ .

Для обоснования рациональности выбранного методического подхода в целях оценки будущего состояния основных фондов на рассматриваемой территории в первую очередь необходимо проанализировать динамику показателей строительного сектора, инвестиций в основной капитал и ввода основных фондов в ретроспективе. Чрезвычайно важно рассмотрение этих показателей в совокупности, поскольку одна часть из них отражает текущий процесс, а другая – результат. Так, в ВРП строительство учитывается по мере возведения, а не завершения объекта, в основных же фондах объект отображается уже по факту его ввода в эксплуатацию [Кузнецова, Кузнецов, 2019]. Проанализируем данные показатели на примере Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО), поскольку именно для этого региона из рассматриваемых в последние годы характерно наиболее интенсивное социально-экономическое развитие в целом и инфраструктурное в частности. Также на территории ЯНАО по нашим оценкам сконцентрировано порядка 84 % зданий и сооружений рассматриваемой территории (Восточного сектора АЗРФ).

На Рис. 1 показано изменение доли строительства по отношению к другим ключевым отраслям экономики ЯНАО в структуре валовой добавленной стоимости (ВДС) за 2010–2019 гг. Максимальная доля (свыше 15 %) наблюдалась в 2014 и 2016–2017 гг. в период активного строительства в рамках реализации проекта Ямал СПГ. Анализируя динамику ввода в эксплуатацию промышленных зданий (Рис. 2), можно отметить пики в 2001–2003 гг., 2008 г., 2012 г. и 2019–2020 гг., связанные с вводом в эксплуатацию новых

<sup>1</sup> Например, см. материалы Пресс-Службы Минприроды России: «К 2024 году государственная система мониторинга многолетней мерзлоты накроет всю территорию криолитозоны». URL: [http://mnr.gov.ru/press/news/k\\_2024\\_godu\\_gosudarstvennaya\\_sistema\\_monitoringa\\_mnogoletney\\_merzloty\\_nakroet\\_vsyu\\_territoriyu\\_kriol/](http://mnr.gov.ru/press/news/k_2024_godu_gosudarstvennaya_sistema_monitoringa_mnogoletney_merzloty_nakroet_vsyu_territoriyu_kriol/) (дата обращения: 22.02.2022 г.)

участков месторождений и мощностей по производству СПГ. При этом, динамика инвестиций в основной капитал за 2010–2020 гг. (Рис. 3) имеет устойчивый позитивный тренд за исключением спада после кризиса 2014 г. и спада после 2018 г., когда завершилось финансирование строительства порта Сабетта. Это также отражено в общерегиональной структуре инвестиций в основной капитал (Рис. 4), в 2016 г. на «Транспортировку и хранение» было выделено порядка 14 % всех инвестиций. По инвестициям в основной капитал на душу населения регион занимал 2-е место в 2020 г. (около 2 млн рублей на человека) после Ненецкого автономного округа.

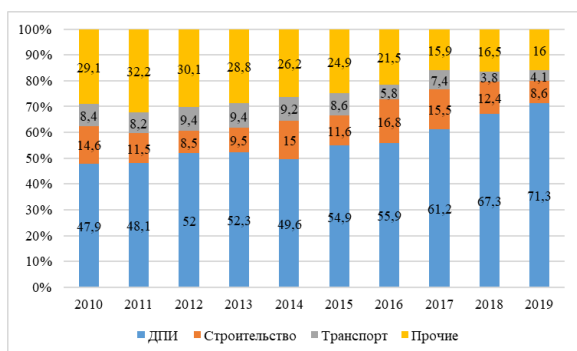


Рис. 1. Отраслевая структура ВДС ЯНАО  
Fig. 1. Sectoral structure of the total value added of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug (YNAO)

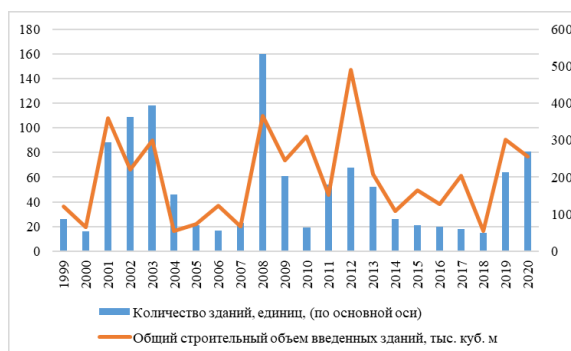


Рис. 2. Динамика ввода в эксплуатацию промышленных зданий ЯНАО  
Fig. 2. Dynamics of industrial buildings commissioning in the YNAO

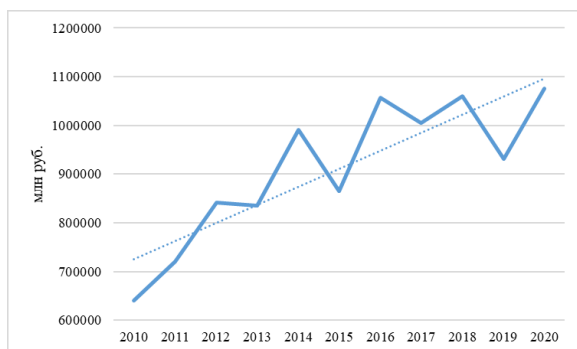


Рис. 3. Динамика инвестиций в основной капитал в ценах 2020 г. в ЯНАО  
Fig. 3. Dynamics of investments in fixed assets in the YNAO (2020 prices)

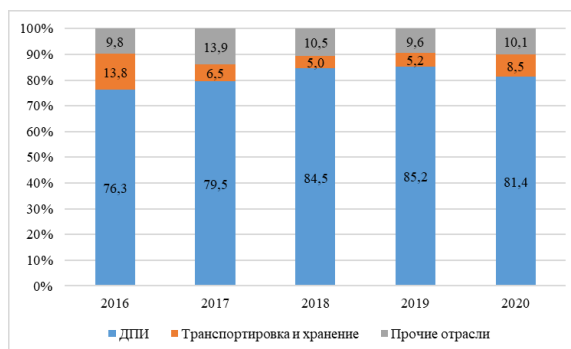


Рис. 4. Отраслевая структура инвестиций в основной капитал в ЯНАО  
Fig. 4. Sectoral structure of the investments in fixed assets in the YNAO

Если рассматривать инвестиции в основной капитал в разрезе муниципальных образований (Рис. 5), то максимальная доля также пришлась на три основных нефтегазодобывающих района, где в последние годы ведется активная разработка новых месторождений (Ямальский, Пуровский, Тазовский районы). Также в 2017–2018 гг. в Ямальском районе хорошо выделяется пик финансирования проекта Ямал СПГ. При этом, в видовой структуре инвестиций в основной капитал ежегодно большая часть (свыше 60 %) распределяется на здания (Рис. 6), то есть недвижимую часть основных фондов, которая наиболее чувствительна к негативным последствиям климатических изменений (деформации и разрушения вследствие деградации многолетней мерзлоты [Кислов и др., 2011], береговой абразии [Огородов и др., 2022] и пр.).



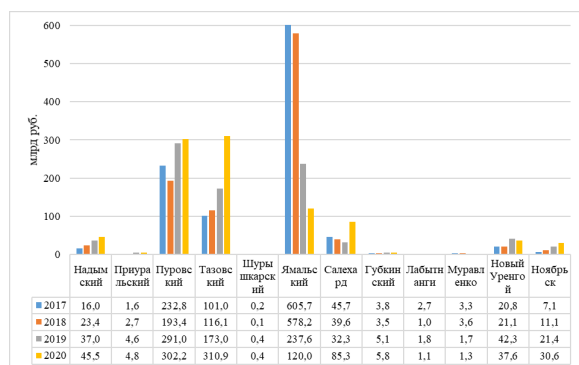


Рис. 5. Динамика инвестиций в основной капитал по муниципальным образованиям ЯНАО (в фактически действовавших ценах)  
Fig. 5. Dynamics of investments in fixed assets by the YNAO municipalities (in actual prices)



Рис. 6. Структура инвестиций в основной капитал в ЯНАО по видам основных фондов  
Fig. 6. The structure of investments in fixed assets in the YNAO by the fixed assets types

В структуре основных фондов ЯНАО преобладают фонды по виду деятельности добыча полезных ископаемых (ДПИ) (52 %) и транспорт (31 %, данные на 2020 год). Это соотношение дополнительно подчеркивает значимость транспортной инфраструктуры в экономике региона. При этом, регион отличается достаточно высокой степенью износа основных фондов – порядка 57 %, что выше среднероссийского значения (износ фондов транспорта и ДПИ существенно ниже и составляет 44 % и 38 % соответственно ввиду их более интенсивного обновления). Оценивая вероятные ущербы, необходимо также обратить внимание на средние фактические сроки службы основных фондов по соответствующим видам экономической деятельности. Так, на конец 2018 года в среднем по регионам России средний срок службы зданий и сооружений по виду деятельности «Транспортировка и хранение» составлял 44 и 45 лет соответственно. При этом, в экстремальных арктических условиях этот срок, по-видимому, существенно короче. Таким образом, к 2050 году, на который рассчитаны большинство прогнозов климатических и мерзлотных изменений [Анисимов, Кокорев, 2016; Melnikov et al., 2022; Streletskiy et al., 2014], значительная часть существующих на момент проводимых исследований фондов будет либо полностью, либо в значительной степени изношена, поэтому опираться на фактические данные о стоимости основных фондов, как, например, в работах [Streletskiy et al., 2019; Badina, Pankratov, 2021], и закладывать их в прогноз возможно лишь с большой долей условности. Элиминировать этот недостаток можно посредством прогнозирования изменения стоимости основных фондов, как, например, показано в работе [Порфирьев и др., 2021] на примере жилищного фонда арктических регионов России и в работе [Badina, 2021] на примере фондов экономики.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Современная арктическая морская транспортная система России обеспечивает вывоз природных ресурсов (прежде всего, углеводородов и твердых полезных ископаемых), в том числе – на экспорт, завоз грузов, снабжение строящихся и действующих добывающих производств и Северный завоз (в незначительной степени – транзитные перевозки) [Григорьев, 2021].

За последнее десятилетие произошла существенная активизация морского судоходства в акватории СМП: за период 2012–2021 гг. общий грузопоток вырос с 3,1 до 34,85 млн тонн, то есть в 11 раз. В 2021 году основу грузопотока создали нефтегазовые инвестиционные проекты: сжиженный природный газ (СПГ) и газоконденсат – 19,6 млн тонн (56 %), нефть и нефтепродукты – 7,7 млн тонн (22 %), уголь – 221,5 тыс. тонн, ру-

доконцентрат – 47,7 тыс. тонн, прочие грузы – более 4 млн тонн<sup>1</sup>. Всего в 2021 г. было выдано 1229 разрешений на плавание по СМП (в 2020 г. – 1014 разрешений (по данным ФГБУ Администрация СМП<sup>2</sup>). В 2021 г. транзитный грузопоток по СМП превысил 2 млн тонн (1,3 млн тонн в 2020 г.), в структуре транзитных грузов преобладает железная руда (около 80 %). Преобладающее направление транзитных перевозок – с запада на восток. Основными пользователями СМП в России сегодня являются «Новатэк», «Норникель», «Газпром», «Лукойл», «Роснефть», «Росшельф», Красноярский край, Республика Саха (Якутия), Чукотский автономный округ.

Как видно на графике (Рис. 7), рост объема перевозок произошел вследствие запуска в конце 2017 г. первой производственной линии «Ямал СПГ» и начала экспорта его продукции в 2018 г. через порт Сабетта. Объемы остальных грузов, перевозимых по СМП, за последние 7 лет изменились незначительно. В 2020 г. СПГ и газовый конденсат из порта Сабетта были экспортированы в общей сложности в 13 государств. Основными импортерами были: Бельгия, Франция, Испания, Нидерланды и Китай. Общий грузооборот портов СМП в 2019 г. составил порядка 30 млн тонн [Морские..., 2020], в том числе: Сабетта (27 677,6 тыс. тонн), Диксон (16,4 тыс. тонн), Дудинка (1 443,4 тыс. тонн), Игарка (нет данных), Хатанга (34 тыс. тонн), Тикси (33,2 тыс. тонн), Певек (338,3 тыс. тонн), Провидения (16,9 тыс. тонн), Харасавэй (нет данных).

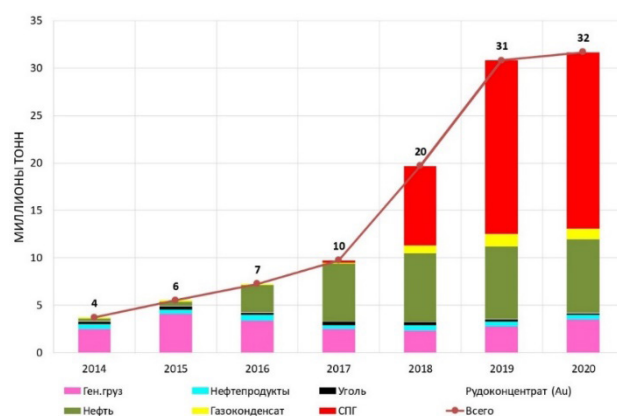


Рис. 7. Динамика импортно-экспортных и каботажных перевозок по СМП за 2014–2020 гг. Источник: [Северный..., 2021]

Fig. 7. Dynamics of import-export and cabotage transportation along the Northern Sea Route, 2014–2020. Source: [Northern..., 2021]

Целью федерального проекта «Развитие Северного морского пути» является создание инфраструктуры, способствующей увеличению грузопотока до 80 млн тонн в 2024 г. и 110 млн тонн к 2030 г., а также увеличение суммарной мощности морских портов в акватории СМП до 110 и 115 млн тонн соответственно<sup>3</sup>. Проект входит в Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период

<sup>1</sup> Установлен новый рекорд грузоперевозок по Севморпути, 2021. URL: <https://www.rosatom.ru/journalist/news/ustanovlen-novyy-rekord-gruzoperevozk-po-sevmorputi/> (дата обращения: 22.02.2022).

<sup>2</sup> Разрешения на плавание судна в акватории Северного морского пути. URL: [http://www.nsr.ru/rassmotrenie\\_zayavleniy/razresheniya.html?year=2020](http://www.nsr.ru/rassmotrenie_zayavleniy/razresheniya.html?year=2020) (дата обращения: 22.02.2022).

<sup>3</sup> Паспорт федерального проекта Развитие Северного морского пути. URL: [http://www.ac.gov.ru/uploads/\\_Projects/PDF/KPMI/3.%D0%9F%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82\\_%D1%84%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE\\_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B0\\_%C2%AB%D0%A0%D0%B0%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B8%D0%B5\\_%D0%A1%D0%B5%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE\\_%D0%BC%D0%BE%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE\\_%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%B8%C2%BB.pdf](http://www.ac.gov.ru/uploads/_Projects/PDF/KPMI/3.%D0%9F%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82_%D1%84%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B0_%C2%AB%D0%A0%D0%B0%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B8%D0%B5_%D0%A1%D0%B5%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%BC%D0%BE%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%B8%C2%BB.pdf) (дата обращения: 22.02.2022).

до 2024 г. Согласно намеченному плану правительства, к 2024 г. грузооборот по СМП должен увеличиться до 80 млн тонн в год за счет реализации проектов «НОВАТЭКа» – 35,5 млн тонн, «Роснефти» – до 30 млн тонн, «Газпромнефти-Ямал» и «Норникеля» – 8,4 млн тонн, АЕОН – 3,8 млн тонн, иных грузов – 2,3 млн тонн.

Рассмотрим ключевые инфраструктурные проекты, которые должны обеспечить транспортировку продукции добывающих отраслей по СМП до 2024 года. Ввиду сложившейся геополитической обстановки ряд проектов, по-видимому, будет частично либо полностью отложен на более дальнюю перспективу. По формуле (1) был произведен расчет стоимости зданий и сооружений транспорта, которые появятся после завершения реализации каждого проекта в муниципальных образованиях их локализации. Муниципальный уровень был выбран в качестве оптимального, поскольку интерполяция расчетов данного исследования на уровень муниципальных образований позволяет проводить сравнения с результатами оценки стоимости фактически существующих на данный момент зданий и сооружений по соответствующим отраслям экономики, полученными в предыдущих работах авторов, например, [Badina, 2021]. Результаты расчетов представлены на карте (Рис. 8). Максимальное удельное приращение стоимости зданий и сооружений транспорта характерно для Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района Красноярского края (рост более чем в 7 раз от текущего значения) и Приуральского района ЯНАО (рост в 5 раз). Характеризуя текущее (базисное) состояние фондов транспорта, можно отметить, что максимальная доля транспорта в стоимости зданий и сооружений характерна для арктических районов Якутии за счет того, что здания и сооружения других отраслей слабо представлены. В абсолютном выражении максимальная стоимость зданий и сооружений транспорта наблюдается в Надымском районе, Ноябрьске и Новом Уренгое.

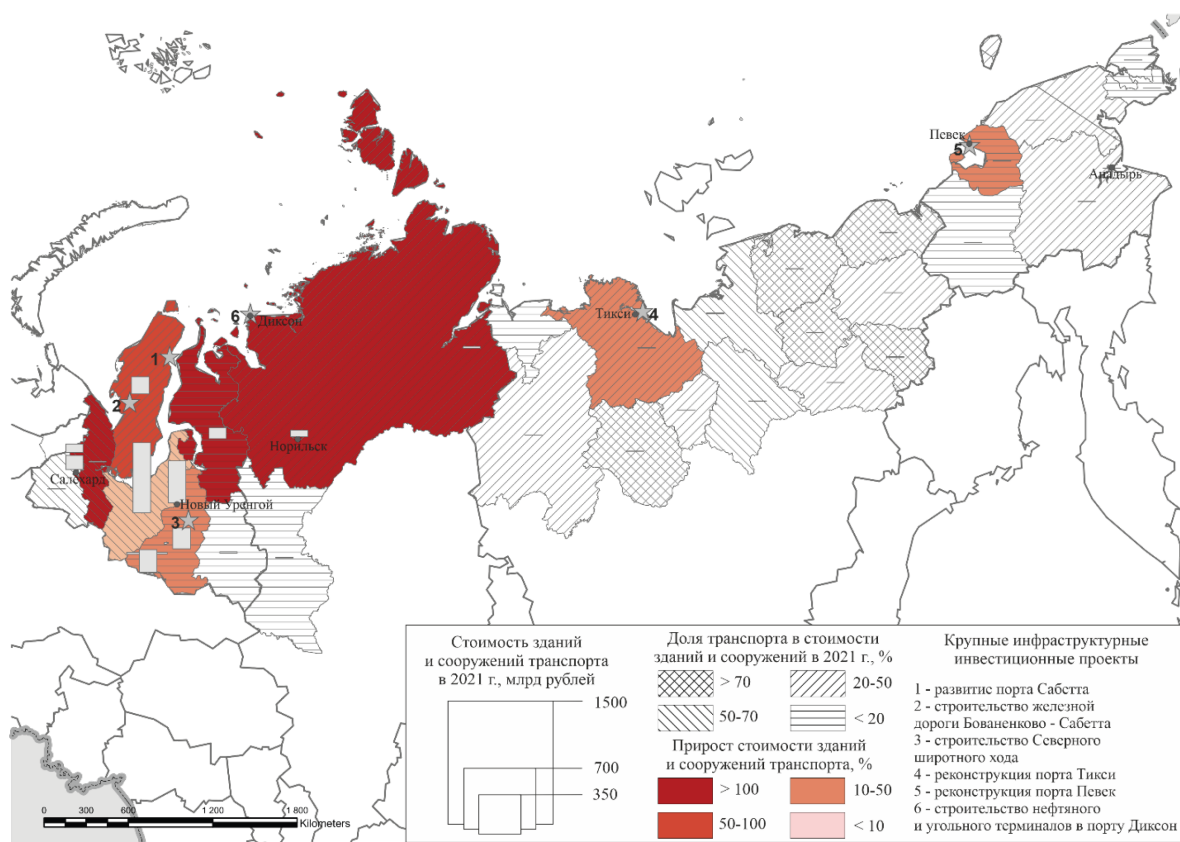


Рис. 8. Перспективы трансформации транспортной инфраструктуры на территории, прилегающей к акватории СМП  
Fig. 8. Prospects for the transformation of transport infrastructure in the Northern Sea Route coastal area



Рассмотрим подробнее каждый из запланированных к реализации инфраструктурных проектов, представленных на карте:

1. Завершение до 2026 г. строительства терминала СПГ и SGK «Утренний» в порту Сабетта и реконструкция подходного канала к нему в рамках проекта «НОВАТЭК» «Арктик СПГ-2» (3 линии по 6,6 млн тонн в год, совокупная грузовая база – 19,8 млн тонн) на базе Утреннего месторождения. Общий объем запланированных инвестиций – **164,1** млрд рублей, стоимость зданий и сооружений после реализации проекта, согласно проведенным расчетам, составит **71,1** млрд рублей в ценах 2021 г. Грузовая база проекта «Ямал СПГ» на базе Южно-Тамбейского месторождения составляет порядка 16,5 млн тонн в год. В более отдаленной перспективе возможна реализация проекта «Обский СПГ» на базе Верхнетиутейского и Западно-Сеяхинского месторождений (до 500 тыс. тонн газового конденсата в год). Для ускорения оборота газозовов арктического класса Arc7, запланировано строительство до 2023 г. морских перегрузочных комплексов в Мурманской области и на полуострове Камчатка по 20 млн тонн в год каждый. Таким образом, согласно планам «НОВАТЭК», суммарный объем СПГ и газового конденсата с 3 проектов должен обеспечить грузовую базу к 2026 г. около 40 млн тонн в год, а к 2030 г. – до 57–70 млн тонн в год<sup>1</sup>. Однако реализация некоторых этапов проектов периодически откладывается. Нужно отметить, что также существует проект освоения шельфового месторождения Арктик СПГ-3, реализация которого планируется за пределами 2030 г. Наряду с этим в Ямальском районе «Газпром нефть» транспортирует порядка 8 млн тонн нефти в год с Новопортовского месторождения через терминал «Ворота Арктики». Однако в декабре 2021 г. был запущен арктический подводный газопровод «Газ Ямала» через Обскую губу, который соединил производственные объекты полуострова Ямал с газотранспортной магистралью Ямбург – Тула<sup>2</sup>.

2-3. Строительство железнодорожного Северного широтного хода и подходов к нему (до 2024 г.). Создание и эксплуатация новой железнодорожной линии необщего пользования Бованенково – Сабетта. Дальнейшие перспективы развития порта Сабетты во многом зависят от наземной транспортной доступности к грузовым базам близлежащих месторождений и других регионов. Северный широтный ход должен обеспечить эту доступность, связав западную и восточную части ЯНАО. Длина железнодорожной магистрали составит 707 км и соединит Лабытнанги и Коротчаево. Также запланировано строительство участка железной дороги Бованенково – Сабетта (170 км), посредством которого будет обеспечен выход железнодорожной инфраструктуры Северного широтного хода к СМП. Общий объем запланированных инвестиций в проекты – **500 и 200** млрд рублей, стоимость зданий и сооружений после реализации проектов, согласно проведенным расчетам, составит **217 и 87** млрд рублей соответственно (в ценах 2021 г.).

4. Модернизация порта Тикси. Основная задача проекта – обеспечение безопасного захода в порт морских судов с осадкой до 10 м, что в будущем поможет нарастить грузооборот порта до 300 тыс. тонн в год к 2025 г. В целом реконструкция портовой инфраструктуры, согласно предварительным расчетам, увеличит объем перевозок грузов в Северо-Якутской опорной зоне в 2030 г. в три раза до 1 млн тонн в год<sup>3</sup>. Таким образом может быть реализован потенциал использования порта как опорной точки – ключевого порта для Восточного участка СМП. Его модернизация нацелена на формирование ремонтной базы СМП и терминально-логистической составляющей. Проект предусматривает расширение границ порта Тикси и строительство нового глубоководного морского терминала в Хараулахской бухте в районе села Найба, находящегося в 112 км от административного центра поселка Тикси. Общий

<sup>1</sup> Официальный сайт компании «НОВАТЭК». URL: <https://www.novatek.ru/ru/business/arctic-Ing/> (дата обращения: 22.02.2022).

<sup>2</sup> «Газпром нефть» запустила арктический подводный газопровод «Газ Ямала» через Обскую губу Карского моря. URL: [https://www.gazprom-neft.ru/press-center/news/gazprom\\_neft\\_zapustila\\_arkhticheskiy\\_podvodnyy\\_gazoprovod\\_gaz\\_yamala\\_cherez\\_obsuyu\\_gubu\\_karskogo\\_mor/](https://www.gazprom-neft.ru/press-center/news/gazprom_neft_zapustila_arkhticheskiy_podvodnyy_gazoprovod_gaz_yamala_cherez_obsuyu_gubu_karskogo_mor/) (дата обращения: 22.02.2022).

<sup>3</sup> Реконструкция порта Тикси на севере Якутии оценивается в 2,5 млрд рублей. ТАСС, 2019. URL: <https://tass.ru/ekonomika/6613331> (дата обращения: 22.02.2022).

объем запланированных инвестиций – **2,6** млрд рублей, стоимость зданий и сооружений после реализации проекта, согласно проведенным расчетам, составит **1,1** млрд рублей в ценах 2021 г. Также грузовой базой порта в отдаленной перспективе могут стать месторождения углеводородов на шельфе и на материковой части арктической зоны Якутии, твердых полезных ископаемых на суше: крупных и уникальных месторождений алмазов, золота, цветных и редкоземельных металлов, олова.

5. Модернизация порта Певек. Общий объем запланированных инвестиций – **0,8** млрд рублей, стоимость зданий и сооружений после реализации проекта, согласно проведенным расчетам, составит **0,3** млрд рублей в ценах 2021 г. К 2030 г. планируется также реализовать проект по строительству комплекса по обслуживанию судов рыбопромышленного флота в глубоководном, круглогодичном морском порту Провидение. Проекты отмечены в «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года». В портово-промышленном комплексе в порту Провидение также будет построен рыбоперерабатывающий завод с объемами производства 10 тонн в сутки. Реализация проекта позволит обслуживать рыбопромышленные суда, осуществляющие рыболовство в Дальневосточном бассейне, для дальнейшей транспортировки рыбной продукции по СМП в Европейскую часть России. Наиболее важным моментом использования СМП для Чукотского автономного округа является обеспечение доступа региона к СПГ с Ямала для обеспечения внутренних энергетических нужд [Северный..., 2020].

6. Строительство морского нефтяного терминала в бухте Север мощностью 25 млн тонн нефти в год на базе Пайяхской группы месторождений и морского угольного терминала (4–10 млн тонн угля в год) на базе Сырадасайского месторождения в морском порту Диксон, а также реконструкция морского канала (компанией «Северная звезда» – дочерней компанией «Норникеля», членом международной инвестиционной корпорации AEON). Общий объем запланированных инвестиций в проекты – **330 и 45** млрд рублей, стоимость зданий и сооружений после реализации проектов, согласно проведенным расчетам, составит **143 и 20** млрд рублей, соответственно (в ценах 2021 г.).

Таким образом, проведенный анализ показал, что совокупный объем инвестиций в береговую инфраструктуру СМП до 2024–2030 гг. составит свыше **1,2** трлн рублей в ценах 2021 г. Общая стоимость будущей транспортной инфраструктуры превысит **0,5** трлн рублей в ценах 2021 г. Из них порядка **370** млрд рублей придется на территорию ЯНАО, **160** млрд рублей – на арктические территории Красноярского края.

Следует также выделить перспективные сырьевые проекты, которые могут быть освоены в более долгосрочной перспективе и также потребуют развития транспортной и энергетической инфраструктуры. Однако с учетом усиливающихся геополитических проблем, полномасштабная реализация многих из этих проектов, по-видимому, будет отложена. Таким образом, вероятно, они будут реализованы уже в иных природно-климатических условиях [АМАР, 2017].

1. В разработке находится проект компании «Роснефть» – «Восток Ойл», основной задачей которого является освоение нефтяных месторождений Ванкорского кластера на Таймыре. Реализация данного проекта в будущем может значительно увеличить грузооборот по СМП (план перевалки 50–100 млн тонн нефти в год). Проект подразумевает строительство порта, наличие собственного флота (судов ледового класса, нефтяных танкеров), строительство двух аэродромов, магистральных трубопроводов и прочей инфраструктуры. Также в весьма долгосрочной перспективе существует потенциал освоения месторождений Восточно-Таймырского нефтегазоносного блока у побережья моря Лаптевых и в Хатангском заливе, месторождений Авамского района нефтегазодобычи, в том числе, на шельфе Карского моря и моря Лаптевых. Реализация этих проектов также потребует строительства нефте- и газопроводов, нефтеналивных, газоконденсатных терминалов и портовой инфраструктуры в Хатангском заливе.

2. Освоение Харасавейского месторождения на Ямале. Начало добычи газа запланировано на 2023 год. Проектом предусмотрено строительство установки комплексной

подготовки газа, дожимной компрессорной станции, кустов эксплуатационных газовых скважин, транспортной и энергетической инфраструктуры. При этом, скважины для разработки морской части месторождения будут буриться с берега. В зимний период для завоза материалов и оборудования на месторождение предполагается использовать железную дорогу «Обская – Бованенково» и зимник от станции Карская. В летний период доставку грузов до портопункта Харасавэй обеспечит морской и речной транспорт (строительство нефтеналивного терминала в районе мыса Харасавэй). Планируется строительство газопровода протяженностью около 100 км до Бованенковского месторождения для дальнейшей интеграции в Единую систему газоснабжения России<sup>1</sup>.

3. Освоение одного из крупнейших в мире Томторского месторождения редкоземельных металлов (Оленекский улус, Якутия) играет большое стратегическое значение в развитии высокотехнологических отраслей промышленности России. Высокая концентрация редкоземельных металлов в рудах позволит транспортировать их без предварительного обогащения. Проект освоения Томторского месторождения может обеспечить 150–200 тыс. тонн грузовой базы для порта Хатанга.

4. Освоение Баймской группы месторождений цветных металлов (Чукотский автономный округ). Начало производства планируется до конца 2027 года, годовая мощность переработки руды составит 70 млн тонн. Ожидается, что среднегодовое производство меди составит 300 тыс. тонн, а золота – 490 тыс. унций в течение первых десяти полных лет эксплуатации<sup>2</sup>. Освоение Баймской группы месторождений на Чукотке потребует введения существенных мощностей генерации электрической энергии – до 190 МВт. Даже введенной в эксплуатацию ПАТЭС «Академик Ломоносов» не будет достаточно для энергообеспечения этого проекта. В качестве возможного решения рассматривается использование плавучих электростанций на СПГ. В этом случае СПГ будет поставляться с Ямала, таким образом, дополнительно будет интенсифицирован внутренний грузооборот по СМП.

5. Освоение Таймыльского месторождения каменного угля, Западно-Анабарского нефтяного минерально-сырьевого центра в Республике Саха (Якутии).

## **ВЫВОДЫ**

В результате проведенного исследования было установлено, что наземная транспортная система территории, прилегающей к акватории СМП, существенным образом трансформируется к концу 20-х годов XXI века за счет интенсивного инфраструктурного строительства в рамках реализации крупных сырьевых проектов. Формируется тесным образом интегрированная система, состоящая из ареалов добычи полезных ископаемых, наземных транспортных путей доставки сырья в порты и, собственно, портовой инфраструктуры, через которую осуществляется транспортировка грузов по СМП. Таким образом, разрушение наземной транспортной инфраструктуры (веток трубопроводов, портовых мощностей, железнодорожных веток и пр.) вследствие, например, деградации многолетней мерзлоты, неизбежно приведет к обрыву ключевых связей в этой системе, остановке добычи, снижению грузооборота по СМП, тем самым именно бесперебойное функционирование транспортной инфраструктуры является ключевым лимитирующим фактором.

В современной науке, как отечественной, так и зарубежной, подходы к оценке экономических последствий климатических изменений в целом и оценке ущербов от деградации многолетней мерзлоты в частности не унифицированы, находятся на стадии продолжения научного поиска и не дают однозначных численных результатов, прежде всего, потому что в современных динамично меняющихся условиях долгосрочные ма-

<sup>1</sup> Харасавэйское месторождение. Официальный сайт ПАО «Газпром» URL: <https://www.gazprom.ru/projects/kharasaveyskoye/> (дата обращения: 22.02.2022).

<sup>2</sup> Официальный сайт «KAZ Minerals». URL: <https://www.kazminerals.com/ru/%D0%B3%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B0%D1%8F/our-business/baimskaya/> (дата обращения: 22.02.2022).

кредитноэкономические прогнозы малорепрезентативны. Неопределенность чрезвычайно высока. Однако прагматическая необходимость таких оценочных прогнозов требует разработки релевантных подходов, вариант которого и был апробирован в данной работе.

Проведенное исследование показало, что общая стоимость транспортной инфраструктуры, которая будет построена на территории, прилегающей к акватории СМП, составит порядка 0,54 трлн рублей в ценах 2021 года, тем самым произойдет приращение стоимости на 20 % от текущего уровня, причем в некоторых районах наиболее интенсивного инфраструктурного освоения стоимость зданий и сооружений транспорта увеличится в 5–7 раз.

Полученные данные о будущей стоимости зданий и сооружений транспортной инфраструктуры на территории, прилегающей к акватории СМП и формирующей его грузовую базу, могут быть интегрированы с физико-географическими прогнозами (прогнозами климатических изменений, изменений мерзлотных условий, прогнозами стихийных бедствий и пр.) в целях дальнейшей оценки величин вероятных ущербов и рисков.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда, грант № 21-77-00047 «Прогнозирование экономического ущерба для территории Российской Арктики в контексте изменения геокриологических условий», <https://rscf.ru/project/21-77-00047>.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The study was funded by the Russian Science Foundation (RSF project No 21-77-00047, <https://rscf.ru/project/21-77-00047/>).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аналитический обзор «Комплексный план: полтора года реализации». InfraOne Research. Москва, 2020. – 58 с.
2. Анисимов О.А., Кокорев В.А. Климат в арктической зоне России: анализ современных изменений и модельные проекции на XXI век. Вестник Московского университета. Серия 5: География, 2016. №1. С.61–69.
3. Григорьев М.Н. Инвестиционные проекты и транспортная инфраструктура Арктической зоны Российской Федерации. Научные труды Вольного экономического общества России, 2021. Т. 228. С. 265–282.
4. Кислов А.В., Гребенец В.И., Евстигнеев В.М., Конышев В.Н., Сидорова М.В., Суркова Г.В., Тумель Н.В. Последствия возможного потепления климата в XXI веке на севере Евразии. Вестник Московского университета. Серия 5: География, 2011. № 3. С. 3–8.
5. Кузнецова О.В., Кузнецов А.В. Системная диагностика экономики региона. М.: ЛЕНАНД, 2019. – 232 с.
6. Михайличенко Д. Трансполярный морской путь: неопределенность или неизбежность? GoArctic, 2020. URL: <https://goarctic.ru/work/transpolyarnyy-morskoy-put-neopredelennostili-neizbezhnost/> (дата обращения: 22.02.2022).
7. Морские порты. Информационно-аналитический журнал Ассоциации морских торговых портов, 2020. №2 (183). URL: <http://www.morvesti.ru/publication/mp-02-2020.pdf> (дата обращения: 22.02.2022).
8. Огородов С.А., Шабанова Н.Н., Кессель А.С., Баранская А.В., Разумов С.О. Изменение гидрометеорологического потенциала термоабразии берегов морей Российской Арктики. Вестник Московского университета. Серия 5: География, 2022. № 1. С. 26–42.
9. Пилясов А.Н., Путилова Е.С. Новые проекты освоения российской Арктики: пространство значимо! Арктика и Север, 2020. № 38. С. 20–42.
10. Порфирьев Б.Н., Елисеев Д.О., Стрелецкий Д.А. Экономическая оценка последствий деградации вечной мерзлоты для жилищного сектора Российской Арктики. Вестник Российской Академии Наук, 2021. Том 91 (2). С. 105–114.



11. Северный морской путь: история, регионы, проекты, флот и топливообеспечение. Москва: Сколково, 2020. – 105 с. URL: [https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO\\_EneC\\_RU\\_Arctic\\_Vol3.pdf](https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO_EneC_RU_Arctic_Vol3.pdf) (дата обращения: 22.02.2022).
12. Северный морской путь. Итоги 2020 года. Администрация СМП, ООО «Гекон». Москва, 2021. – 24 с. URL: <https://arctic.gov.ru/wp-content/uploads/2021/02/2020.pdf> (дата обращения: 22.02.2022).
13. АМАР, 2017. Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic (SWIPA) 2017. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway, 2017. 269 p.
14. *Badina S.V.* Estimation of the value of buildings and structures in the context of permafrost degradation: The case of the Russian Arctic. *Polar Science*, 2021. V. 29: 100730. DOI: 10.1016/j.polar.2021.100730.
15. *Badina S.V.* Prediction of socioeconomic risks in the cryolithic zone of the Russian Arctic in the context of upcoming climate changes. *Studies on Russian Economic Development*, 2020. V. 31. No. 4. P. 396–403. DOI: 10.1134/S1075700720040036.
16. *Badina S.V., Pankratov A.A.* The value of buildings and structures for permafrost damage prediction: The case of eastern Russian Arctic. *Geography, Environment, Sustainability*. 2021. V. 14. No. 4. P. 83–92. DOI: 10.24057/2071-9388-2021-058.
17. *Melnikov V.P., Osipov V.I., Brouchkov A.V., Falaleeva A.A., Badina S.V., Zheleznyak M.N., Sadurtdinov M.R., Ostrakov N.A., Drozdov D.S., Osokin A.B., Sergeev D.O., Dubrovin V.A., Fedorov R.Yu.* Climate warming and permafrost thaw in the Russian Arctic: potential economic impacts on public infrastructure by 2050. *Natural Hazards*, 2022. DOI: 10.1007/s11069-021-05179-6.
18. *Streletskiy D.A., Anisimov O.A., Vasiliev, A.A.* Permafrost degradation. Snow and ice-related hazards, risks, and disasters. Haerberli, W., Whiteman, C. (Eds.). Elsevier, 2014. P. 303–344.
19. *Streletskiy D.A., Suter L.J., Shiklomanov N.I., Porfiriev B.N., Eliseev D.O.* Assessment of climate change impacts on buildings, structures and infrastructure in the Russian regions on permafrost. *Environmental Research Letters*, 2019. 14(2), 025003.

## REFERENCES

1. Analytical review “Comprehensive plan: a year and a half of implementation.” *InfraOne Research*. Moscow, 2020. 58 p. (in Russian).
2. *Anisimov O.A., Kokorev V.A.* Climate in the Arctic zone of Russia: analysis of current changes and model projections for the 21st century. *Vestnik Moskovskogo Universiteta, Seriya 5: Geografiya*, 2016. No. 1. P. 61–69. (in Russian).
3. *Grigoriev M.N.* Investment projects and transport infrastructure of the Arctic zone of the Russian Federation. *Scientific works of the Free Economic Society of Russia*, 2021. V. 228. P. 265–282. (in Russian).
4. *Kislov A.V., Grebenets V.I., Evstigneev V.M., Konishchev V.N., Sidorova M.V., Surkova G.V., Tumel N.V.* Consequences of possible climate warming in the XXI century in the north of Eurasia. *Vestnik Moskovskogo Universiteta, Seriya 5: Geografiya*, 2011. No. 3. P. 3–8. (in Russian).
5. *Kuznetsova O.V., Kuznetsov A.V.* System diagnostics of the regional economy. Moscow, LENAND, 2019. 232 p. (in Russian).
6. *Mikhailichenko D.* Transpolar sea route: uncertainty or inevitability? *GoArctic*, 2020. URL: <https://goarctic.ru/work/transpolyarnyy-morskoy-put-neopredelennost-ili-neizbezhnost/> (accessed 20.02.2022) (in Russian).
7. Seaports. Information and analytical journal of the Association of Commercial Sea Ports, 2020. No. 2 (183). URL: <http://www.morvesti.ru/publication/mp-02-2020.pdf> (date of access: 02/22/2022) (accessed 20.02.2022) (in Russian).
8. *Ogorodov S.A., Shabanova N.N., Kessel A.S., Baranskaya A.V., Razumov S.O.* Changes in the hydrometeorological potential of thermal abrasion of the coasts of the seas of the Russian Arctic. *Vestnik Moskovskogo Universiteta, Seriya 5: Geografiya*, 2022. No. 1. P. 26–42. (in Russian).

9. *Pilyasov A.N., Putilova E.S.* New projects for the development of the Russian Arctic: space matters! *Arctic and North*, 2020. No. 38. P. 20–42. (in Russian).
  10. *Porfiriev B.N., Eliseev D.O., Streletsky D.A.* Economic assessment of the consequences of permafrost degradation for the housing sector of the Russian Arctic. *Bulletin of the Russian Academy of Sciences*, 2021. V. 91 (2). P. 105–114. (in Russian).
  11. Northern Sea Route: history, regions, projects, fleet and fuel supply. Moscow: Skolkovo, 2020. 105 p. URL: [https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO\\_EneC\\_RU\\_Arctic\\_Vol3.pdf](https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO_EneC_RU_Arctic_Vol3.pdf) (accessed 20.02.2022) (in Russian).
  12. Northern Sea Route. Results of 2020. Administration of the NSR, “Gekon”. Moscow, 2021. 24 p. URL: <https://arctic.gov.ru/wp-content/uploads/2021/02/2020.pdf> (accessed 22.02.2022) (in Russian).
  13. AMAP, 2017. Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic (SWIPA) 2017. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway, 2017. 269 p.
  14. *Badina S.V.* Estimation of the value of buildings and structures in the context of permafrost degradation: The case of the Russian Arctic. *Polar Science*, 2021. V. 29: 100730. DOI: 10.1016/j.polar.2021.100730.
  15. *Badina S.V.* Prediction of socioeconomic risks in the cryolithic zone of the Russian Arctic in the context of upcoming climate changes. *Studies on Russian Economic Development*, 2020. V. 31. No. 4. P. 396–403. DOI: 10.1134/S1075700720040036.
  16. *Badina S.V., Pankratov A.A.* The value of buildings and structures for permafrost damage prediction: The case of eastern Russian Arctic. *GEOGRAPHY, ENVIRONMENT, SUSTAINABILITY*. 2021. V. 14. No. 4. P. 83–92. DOI: 10.24057/2071-9388-2021-058.
  17. *Melnikov V.P., Osipov V.I., Brouchkov A.V., Falaleeva A.A., Badina S.V., Zheleznyak M.N., Sadurtdinov M.R., Ostrakov N.A., Drozdov D.S., Osokin A.B., Sergeev D.O., Dubrovin V.A., Fedorov R.Yu.* Climate warming and permafrost thaw in the Russian Arctic: potential economic impacts on public infrastructure by 2050. *Natural Hazards*, 2022. DOI: 10.1007/s11069-021-05179-6.
  18. *Streletskiy D.A., Anisimov O.A., Vasiliev, A.A.* Permafrost degradation. Snow and ice- related hazards, risks, and disasters. Haerberli, W., Whiteman, C. (Eds.). Elsevier, 2014. P. 303–344.
  19. *Streletskiy D.A., Suter L.J., Shiklomanov N.I., Porfiriev B.N., Eliseev D.O.* Assessment of climate change impacts on buildings, structures and infrastructure in the Russian regions on permafrost. *Environmental Research Letters*, 2019. 14(2): 025003.
-