

Арктика и Север. 2025. № 58. С. 84–101.

Научная статья

УДК [330.47:332](985)(045)

DOI: <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2025.58.84>

Цифровизация как фактор развития целевых арктических субпространств

Фадеев Алексей Михайлович¹✉, доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник

Ильин Игорь Васильевич², доктор экономических наук, профессор

Лёвина Анастасия Ивановна³, доктор экономических наук, доцент

Дубгорн Алиса Сергеевна⁴, кандидат экономических наук

Рукина Полина Андреевна⁵, студент

^{1, 2, 3, 4, 5} Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия

¹ FadeevTeam@yandex.ru ✉, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3833-3316>

² igor.ilin@spbstu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2981-0624>

³ levina_ai@spbstu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4822-6768>

⁴ dubgorn@spbstu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5012-0831>

⁵ rukina_pa@spbstu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-4944-3838>

Аннотация. Арктическая зона РФ — богатый, привлекательный, но труднодоступный регион. Авторы статьи полагают, что существующий уровень развития цифровых технологий и технологий работы с данными способен внести свой конструктивный вклад в преодоление отдельных вызовов покорения Арктики. Поскольку российская Арктика — это сложно структурированный макрорегион, авторы опираются на деление Арктики на семь целевых субпространств. В статье проведена идентификация требований целевых арктических субпространств к цифровым технологиям, которые могли бы способствовать процессу освоения арктических территорий для человека. В работе были использованы результаты предыдущих исследований коллег, традиционные методы научного анализа в сочетании с междисциплинарным подходом, а также архитектурный подход к проектированию социально-экономических систем для определения требований выделенных субпространств. На основе анализа собранных и обобщённых материалов были построены семь моделей мотивационных расширений для каждого из выделяемых арктических субпространств, резюмирующих информацию их о целеполагании. В числе других факторов целеполагания были сформулированы требования субпространств к сервисам цифровых технологий, которые способствовали бы развитию каждого субпространства. Итоговые требования содержат как общие для всех субпространств потребности в цифровой поддержке, так и специфичные для каждого субпространства, обусловленные его особенностями. В результате были обобщены направления эффективного внедрения и использования цифровых технологий в российской Арктике.

Ключевые слова: Арктика, Арктическая зона РФ, цифровизация Арктики, цифровые технологии, архитектура предприятия, мотивационный аспект

* © Фадеев А.М., Ильин И.В., Лёвина А.И., Дубгорн А.С., Рукина П.А., 2025

Для цитирования: Фадеев А.М., Ильин И.В., Лёвина А.И., Дубгорн А.С., Рукина П.А. Цифровизация как фактор развития целевых арктических субпространств // Арктика и Север. 2025. № 58. С. 84–101. DOI: <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2025.58.84>

For citation: Fadeev A.M., Ilin I.V., Levina A.I., Dubgorn A.S., Rukina P.A. Digitalization as a Factor for Development of the Target Arctic Subspaces. *Arktika i Sever* [Arctic and North], 2025, no. 58, pp. 84–101. DOI: <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2025.58.84>



Статья опубликована в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Благодарности и финансирование

Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда № 23-78-10190, <https://rscf.ru/project/23-78-10190/>.

Digitalization as a Factor for Development of the Target Arctic Subspaces

Alexey M. Fadeev¹✉, Dr. Sci. (Econ.), Professor, Chief Researcher

Igor V. Ilin², Dr. Sci. (Econ.), Professor

Anastasia I. Levina³, Dr. Sci. (Econ.), Associate Professor

Alissa S. Dubgorn⁴, Cand. Sci. (Econ.)

Polina A. Rukina⁵, Student

^{1,2,3,4,5} Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, ul. Polytechnicheskaya, 29, Saint Petersburg, Russia

¹ FadeevTeam@yandex.ru ✉, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3833-3316>

² igor.ilin@spbstu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2981-0624>

³ levina_ai@spbstu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4822-6768>

⁴ dubgorn@spbstu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5012-0831>

⁵ rukina_pa@spbstu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-4944-3838>

Abstract. The Arctic zone of the Russian Federation is a rich, attractive, but hard-to-reach region. The authors of the article believe that the current level of development of digital and data technologies can make a constructive contribution to overcoming some of the challenges of Arctic conquest. Since the Russian Arctic is a complexly structured macro-region, the authors rely on the division of the Arctic into seven target subspaces. The paper identifies the requirements of the target Arctic subspaces for digital technologies that could facilitate the process of Arctic exploration. The paper used the results of previous research by colleagues, traditional methods of scientific analysis combined with an interdisciplinary approach, and an architectural approach to the design of socio-economic systems to identify the requirements of the identified subspaces. Based on the analysis of the collected and summarized materials, seven models of motivational extensions were constructed for each of the identified Arctic subspaces, summarizing information about the goal-setting of each subspace. Among other goal-setting factors, the requirements for digital technology services that would contribute to the development of each subspace were formulated. The resulting requirements contain both digital support needs common to all subspaces and those specific to each subspace due to its characteristics. As a result, the directions for effective implementation and use of digital technologies in the Russian Arctic were summarized.

Keywords: *Arctic, Arctic zone of the Russian Federation, Arctic digitalization, digital technologies, enterprise architecture, motivational aspect*

Введение

Поделённая между приарктическими странами Арктика уже многие годы является объектом научных исследований для учёных со всего мира. Безусловно, особый интерес Арктика представляет для стран, которым принадлежит часть арктических территорий, одной из таких стран является Российская Федерация (РФ). Наглядно об уровне международного интереса к Арктической зоне говорит тот факт, что Арктические стратегии имеют даже государства, находящиеся в совершенно других климатических поясах (например, КНР, Япония, Сингапур).

Арктическая зона РФ — чрезвычайно богатый природными ресурсами регион. Наиболее важные российские арктические месторождения находятся в республике Саха (Якутия), Норильском регионе, Кольском полуострове и Восточной Сибири [1]. Предварительные

оценки запасов углеводородов говорят о том, что всего на территории Арктики находится 13% мировых запасов нефти и 30% мировых запасов природного газа¹. Помимо полезных ископаемых, Арктическая зона обладает уникальными рекреационными ресурсами, является зоной активного рыболовства, представляет собой уникальную природную экосистему. Закономерно, что освоение этого макрорегиона является одной из стратегических национальных задач РФ.

В подтверждение понимания актуальности стимулирования исследований по освоению российской Арктики в РФ можно привести ряд законодательных инициатив, сфокусированных на этой зоне. 7 мая 2018 г. был подписан указ президента РФ, отмечающий необходимость оптимизации пространственного размещения цифровой инфраструктуры в Арктической зоне и на Дальнем Востоке страны. В этом же указе даётся вектор для дальнейшего развития Северного морского пути: согласно подписанному указу, к 2024 г. грузопоток по Северному морскому пути должен достигнуть 80 млн т².

Помимо этого, президентом Российской Федерации также были подписаны такие основополагающие документы, как Указ Президента РФ от 26 октября 2020 г. N 645, который утверждает Стратегию развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года³, и Указ Президента РФ от 5 марта 2020 г. N 164, в котором утверждались Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года⁴.

Несмотря на повышенный интерес к освоению Арктической зоны, данный регион до сих пор остаётся малоосвоенным. Это связано с целым рядом факторов, тормозящих и затрудняющих организацию работ человека в Арктике: достаточно суровый климат, низкая плотность населения, отсутствие инфраструктуры, необходимость охранять природу и биологические виды, обитающие в Арктике, от следов деятельности человека, высокая ресурсоёмкость хозяйственной деятельности, а также вероятность возникновения геополитических конфликтов на почве определения принадлежности природных ресурсов [2].

Цифровые технологии могут дать толчок к решению многих обозначенных выше задач. Помимо обеспечения коммуникации в регионе, данные технологии способны заменить

¹ Bird K.J., Charpentier R.R., Gautier D.L., Houseknecht D.W., Klett T.R., Pitman J.K., Moore T.E., Schenk C.J., Tennyson M.E., Wandrey C.J. Circum-Arctic Resource Appraisal: Estimates of Undiscovered Oil and Gas North of the Arctic Circle // USGS Science for a Changing World. 2008. URL: <https://pubs.usgs.gov/fs/2008/3049/fs2008-3049.pdf> (дата обращения: 15.09.2023).

² Указ Президента Российской Федерации «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» от 07.05.2018, № 204 // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201805070038?index=19> (дата обращения: 15.09.2023).

³ Указ Президента РФ «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года» от 26.10.2020, № 645 // Информационное правовое обеспечение «Гарант». URL: <https://base.garant.ru/74810556/#friends> (дата обращения: 15.09.2023).

⁴ Указ Президента РФ «Об основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года» от 05.03.2020, № 164 // Информационное правовое обеспечение «Гарант». URL: https://base.garant.ru/73706526/#block_1000 (дата обращения: 15.09.2023).

человеческий труд машинным в тяжёлых климатических условиях, благодаря информационным технологиям возможно существенно улучшить инфраструктуру северных территорий, в частности, использовать телемедицину на территориях, где открывать стационарные лечебные учреждения не представляется возможным [3]. Другими словами, грамотное использование цифровых информационных технологий способно значительно упростить освоение Арктики, решив или нивелировав большинство из перечисленных выше проблем.

Для того чтобы использование цифровых технологий в освоении Арктических территорий происходило эффективно и успешно, важно системно подойти к их применению для решения задач освоения региона. Целью данного исследования является определение ключевых направлений цифровой трансформации Арктики, а также выявление требований к цифровым технологиям, которые могут быть использованы при освоении Арктической зоны РФ.

Обзор литературы

Состояние научных исследований существующих стратегий развития Арктики в мире

Вопрос исследования Арктики является актуальным и важным для всех циркумполярных стран. Каждая из этих стран имеет свои взгляды на развитие своих Арктических территорий, у многих из них есть сформированная и принятая программа по освоению Арктики.

В рамках работы над данной статьёй был произведён анализ программ (в первоисточнике и в научном обзоре) по освоению Арктических территорий следующими циркумполярными странами: Исландией⁵, Канадой⁶, Финляндией⁷, США⁸, Швецией⁹. Обзор документов и научных работ [4]–[10] позволил сделать следующие выводы о ключевых методах освоения Арктических территорий у циркумполярных стран:

1. Вне зависимости от размера арктической части территории страны, каждая из циркумполярных стран отмечает вынужденную необходимость осваивать свои северные территории с помощью современных технологий (и, соответственно, развития использования данных технологий на севере), поскольку местами только с их помощью возможно добраться до удалённых территорий.

2. Достаточно важное место в стратегиях освоения Арктических территорий у циркумполярных стран занимает доставка социальных благ населению, проживающему на северных территориях, и выравнивание уровня обеспеченности населения социальными благами

⁵ Iceland's Policy on Matters Concerning the Arctic Region. Parliamentary Resolution 25/151. 2021. Arctic Portal Library. URL: http://library.arcticportal.org/2007/1/Icelandic_Arctic_Policy.pdf (дата обращения: 16.09.2023).

⁶ Arctic and Northern Policy Framework. Government of Canada. URL: <https://www.rcaanc-cirnac.gc.ca/eng/1560523306861/1560523330587#s0> (дата обращения: 16.09.2023).

⁷ Finland's Strategy for Arctic policy. URL: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163247/VN_2021_55.pdf?sequence=1&isAllowed=y (дата обращения: 16.09.2023).

⁸ National Strategy for the Arctic Region. URL: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/10/National-Strategy-for-the-Arctic-Region.pdf> (дата обращения: 16.09.2023).

⁹ Sweden's strategy for the Arctic Region. URL: <https://www.government.se/contentassets/85de9103bbbe4373b55eddd7f71608da/swedens-strategy-for-the-arctic-region-2020.pdf> (дата обращения: 16.09.2023).

внутри страны (в том числе и на Арктических территориях). Проблему доставки жизненно важных социальных благ в отдалённые северные регионы власти циркумполярных стран обещают решить с помощью высокоскоростного Интернета и цифровых технологий [11]. Например, проблему доступности медицинских услуг отчасти планируется решить с помощью телемедицины.

3. Также отмечается необходимость развивать инфраструктуру в северных регионах циркумполярных стран для жизни и туризма в регионе: в ряде стран планируется провести надёжные сетевые коммуникации, чтобы сделать навигацию по региону и туризм более безопасными активностями. Вместе с этим планируется использовать сбор климатических данных и облачные вычисления для более точного определения сроков навигационного периода в регионе, что сделает Арктические территории более привлекательными с точки зрения логистики и экономики.

4. Последняя явная общая черта в стратегиях освоения Арктических территорий циркумполярных стран — это устойчивое развитие и «зелёное» производство. Все приарктические страны без исключения отмечают важность сохранения арктической природы в первоначальном виде и планируют делать это с применением передовых производственных технологий. Так, например, с помощью Интернета вещей (IoT) планируется гибко управлять вредными выбросами предприятий, сводя их к минимуму.

Обобщая перечисленные выше общие тренды в стратегиях освоения Арктических территорий циркумполярными странами, можно резюмировать, что правительства приарктических стран считают цифровизацию Арктических территорий основополагающим фактором развития данных территорий.

Актуальность проектов цифровизации Арктической зоны РФ

Российская Арктика — чрезвычайно богатый полезными ресурсами регион. По оценкам специалистов [12], в Арктической зоне, принадлежащей России, содержится 52% всех запасов арктической нефти и газа, а суммарные запасы ресурсов российской части Арктики превышают 510 млрд т нефтяного эквивалента. Говоря про распределение углеводородов в российской Арктике, авторы монографии «Арктическое пространство России в XXI веке: факторы развития, организация управления» отмечают, что только лишь российский арктический шельф содержит, согласно предварительным оценкам экспертов, приблизительно 100 млрд т нефтяного эквивалента [13]. Однако, несмотря на такой большой потенциал, шельфы на данный момент остаются менее изученными в сравнении с сухопутными нефтегазоносными территориями [12].

Во многом изучение данных территорий по объективным причинам затруднено сложными условиями. Обобщая опубликованные материалы [13]–[16], можно перечислить следующие факторы: низкие температуры, высокая влажность, солёная вода, вечная мерзлота, недостаток солнечной энергии, наличие льдов, затрудняющих судоходство в регионе,

необходимость принимать меры по защите природы и обитающих в Арктике биологических видов от следов деятельности человека, необходимость согласования культурных и ценностных устремлений коренного населения с производственной деятельностью, высокая ресурсоёмкость организации хозяйственной деятельности, отсутствие инфраструктуры для организации жизни работников добывающих и перерабатывающих предприятий в Арктическом регионе, включая доступ к медицинской помощи.

Ряд российских учёных видит в качестве потенциального решения этих проблем цифровизацию Арктики. Так, например, в статье [17] авторами анализируется отток населения из городов и населённых пунктов с территорий Крайнего Севера и причины возникновения этого оттока. Авторы на примере городских сообществ Мурманска с помощью инструментария, описанного в статье, выявили топ причин, почему северные территории РФ труднозаселяемы: природно-климатические условия, качество жизни (обеспеченность социальными благами) и кажущееся отсутствие перспектив развития города. Для исправления картины демографической убыли населения авторы дают рекомендации муниципальным властям о внесении изменений в управление городом и внедрение новых технологий в развитие городских и областных территорий, одними из таких технологий могут быть цифровые решения в различных сферах жизни жителей Крайнего Севера, что улучшит проживание на данных территориях и сделает его более привлекательным для людей.

Достаточно очевидно, что без наличия квалифицированных кадров невозможно развивать промышленность, особенно в условиях Крайнего Севера. Работодатели, имеющие инфраструктурные и перерабатывающие объекты за полярным кругом на территории РФ, отмечают острую нехватку кадров в сфере цифровизации промышленности. Исследователи [18] анализировали тренды в подготовке промышленных специалистов и опрашивали работодателей на территориях Крайнего Севера РФ. В своей статье авторы пришли к выводу, что работодатели очень хотят и готовы внедрять цифровые технологии в своей операционной деятельности на своих объектах, но им, к большому сожалению, не хватает кадров для таких масштабных проектов. Данное исследование является хорошей иллюстрацией того, на каком этапе сейчас находится процесс внедрения цифровизации на предприятиях на Крайнем Севере РФ — экономическая эффективность доказана, планы построены, создаются кадры для их реализации. Согласно последним данным [18], компании, работающие на Крайнем Севере, активно заключают договоры на целевое обучение своих будущих специалистов по цифровизации в высших учебных заведениях.

Другим любопытным примером влияния цифровизации на населённые пункты и города Крайнего Севера РФ может являться кейс, рассмотренный в статье [19]. В данной работе автор рассматривает кейс Норильска как монопрофильного города на Крайнем Севере в контексте роста, развития и коренных изменений, способных превратить его в город федерального значения. Как отмечает автор в своей работе, данная трансформация не может произойти без повсеместного внедрения цифровизации во всех сферах жизни жителей. А

использование Интернета вещей (IoT), искусственного интеллекта (ИИ) и прочих передовых информационных технологий поможет добиться «единства преобразования внешних, агломерационных связей и внутренних связей в экономике», что в свою очередь обеспечит достижение «центральности» для Норильска [19].

Российскими учёными отмечается актуальность цифровизации и её технологических решений не только в демографической и в урбанистской сферах территорий российского Крайнего Севера. Авторы [20] отмечают важность владения навыками, связанными с использованием цифровых технологий и искусственного интеллекта, у соискателей рынка труда в регионе. В статье [21] авторами отмечается возникновение в последние годы такого явления, как smart-туризм, который становится популярным в Арктическом регионе мира. Особенность таких «умных» туристов, появившихся недавно как совершенно новая категория в туристическом потоке, заключается в активном использовании преимущественно цифровых каналов коммуникации. В связи с этим, говоря о развитии туризма в Арктическом регионе, достаточно логичным будет сделать ставку на развитие цифровой инфраструктуры.

В качестве заключительного примера использования цифровизации в освоении Арктических территорий можно привести создание данного цифрового двойника населения Арктики [22]. Имея данные переписи населения Арктических регионов РФ, авторы работы создали аналитический дашборд, который может быть использован для прогнозирования демографической ситуации в городах и районах Арктического региона РФ. Полезность данного веб-сайта с аналитическим функционалом нет необходимости доказывать. Как отмечают авторы в своей статье, их продукт может быть использован как на муниципальном, так и на федеральном уровнях для планирования мер по развитию северных территорий РФ.

Освоение Арктики — это стратегически важная задача для Российской Федерации. За всё время исследований учёными рассматривались разные подходы к освоению Арктического региона, и здесь важно отметить, что Арктика как регион сильно разнородна. Для того чтобы было возможно приходить к прикладным результатам в исследованиях, необходимо каким-то образом сегментировать рассматриваемый регион.

В данном исследовании использован подход, предложенный научной школой СПбПУ в области исследования Арктики под руководством Диденко Н.И. и Скрипнюк Д.Ф., заключающийся в разделении территории российской Арктики на целевые субпространства [23]–[25]. Под субпространствами в данном случае понимается часть Арктического пространства, которая обладает отличительными свойствами, которые, в свою очередь, позволяют осуществить функциональное деление Арктической территории на составные части. Каждое субпространство описывается собственными целями развития [23].

Согласно [23], представляется возможным выделить следующие субпространства в составе российской Арктики:

- базовые города — большие и средние производственные и населённые пункты;

- мобильные вахтовые лагеря — один из возможных способов освоения арктических территорий, в особенности тех из них, где обустройство постоянного места жительства невозможно;
- территории добычи минеральных ресурсов — разрабатываемые месторождения и промышленные объекты, связанные с переработкой и обработкой минеральных ресурсов;
- территории, отведённые для целей рыболовства — инфраструктура для промышленной ловли рыбы, а также территории, где осуществляется промышленная ловля рыбы;
- территории рекреационной направленности — туристические достопримечательности арктического региона;
- северный морской путь — судоходный маршрут в российской части Арктики, проходящий также в территориальных водах Дании, Канады и США;
- инфраструктура защиты безопасного существования — субпространство, выполняющее функции защиты и развития арктического региона, обеспечивает стратегическое освоение Арктики.

Результаты

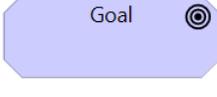
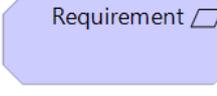
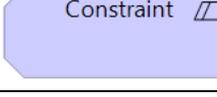
Формирование требований к цифровым технологиям для выделенных субпространств будет осуществляться на базе концепции архитектуры предприятия. Данная концепция может быть применима не только к предприятиям, но и к любым социально-экономическим системам — отраслям, институциональной среде, регионам, государствам.

Под архитектурой предприятия понимается совокупность различных элементов, которые в процессе своего взаимодействия составляют внутреннюю структуру управления бизнесом, начиная от стратегии, целей и бизнес-моделей и заканчивая бизнес-процессами, технологическими процессами, организационной структурой, IT-инфраструктурой, информационными системами и производственным оборудованием [26; 27]. Концепция архитектуры предприятия позволяет согласовать требования реализуемых в системе процессов с поддерживающими их IT и цифровыми технологиями за счёт формирования требований к этим технологиям и предоставления сервисов в ответ.

В данной работе далее будет использована концепция мотивационного расширения из архитектурного подхода. Мотивационное расширение позволяет формализовать целеполагание рассматриваемой социально-экономической системы посредством взаимосвязанного описания определённых элементов [26]. Их описание представлено в табл. 1.

Таблица 1

Элементы модели Archi

Наименование элемента	Определение	Обозначение в модели Archi
Стейкхолдер (заинтересованная сторона (ЗС))	Отражает роль человека, команды или организации, который(-ая) заинтересован(-а) в эффектах архитектуры.	
Драйвер	Представляет условие, которое мотивирует организацию определять свои цели и вносить изменения, необходимые для их достижения.	
Цель	Представляет высокоуровневое заявление о намерениях или желаемом конечном состоянии для организации и её ЗС.	
Требование	Определяет необходимое свойство, которое применяется к конкретной системе.	
Ограничение	Отражает фактор, ограничивающий достижение целей.	

1. Стейкхолдеры — основные заинтересованные лица данного субпространства.
2. Драйверы — внешние или внутренние условия, которые мотивируют определять цели развития субпространств.
3. Цели — желаемое конечное состояние субпространства.
4. Требования — необходимость, определяющая свойство, которым должно обладать данное субпространство.
5. Ограничения — факторы, которые ограничивают реализацию целей для данного субпространства.

Определение элементов мотивационного расширения каждого целевого субпространства и моделирование их взаимосвязи способствует формированию требований к цифровым технологиям, которые могут упростить освоение Арктического региона.

Резюмировать результаты анализа информации по выделенным субпространствам Арктической зоны РФ — драйверам их развития, их целеполаганию, ограничениям — можно в виде моделей мотивационных расширений — рис. 1–7.

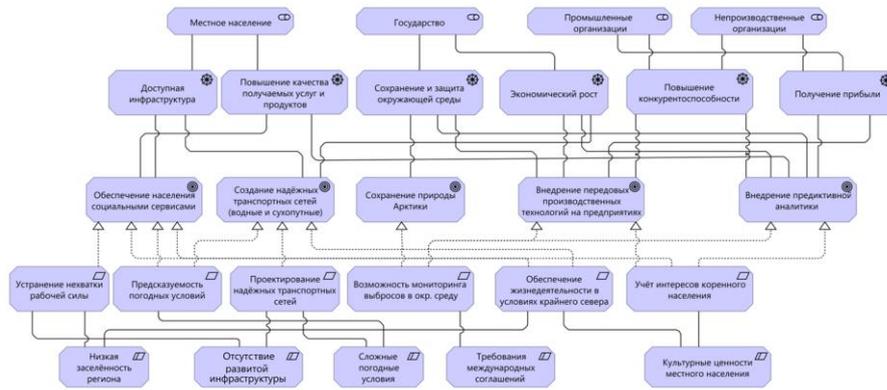


Рис. 1. Мотивационное расширение «Базовые города».

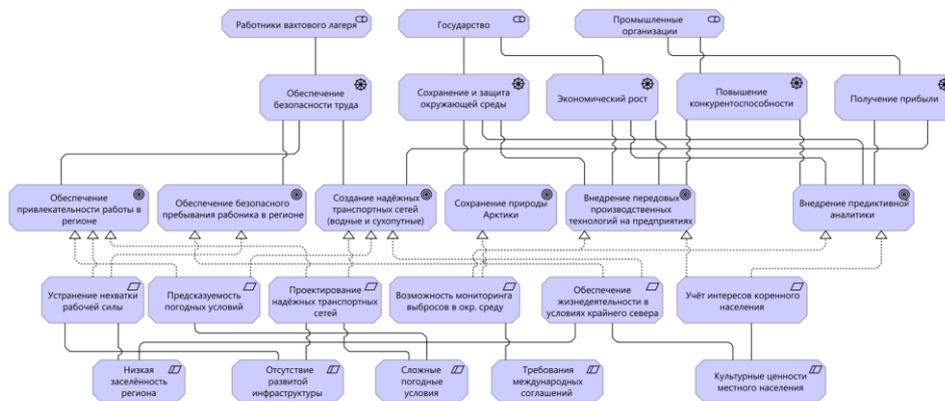


Рис. 2. Мотивационное расширение «Мобильные вахтовые лагеря».

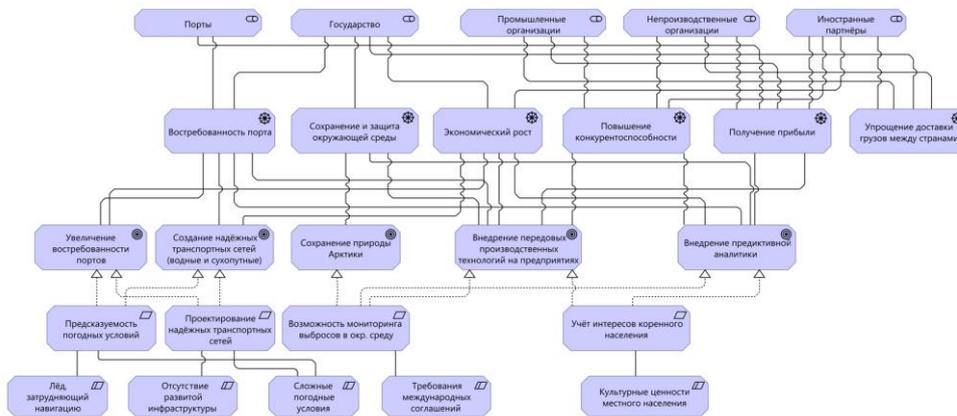


Рис. 3. Мотивационное расширение «Северный морской путь».

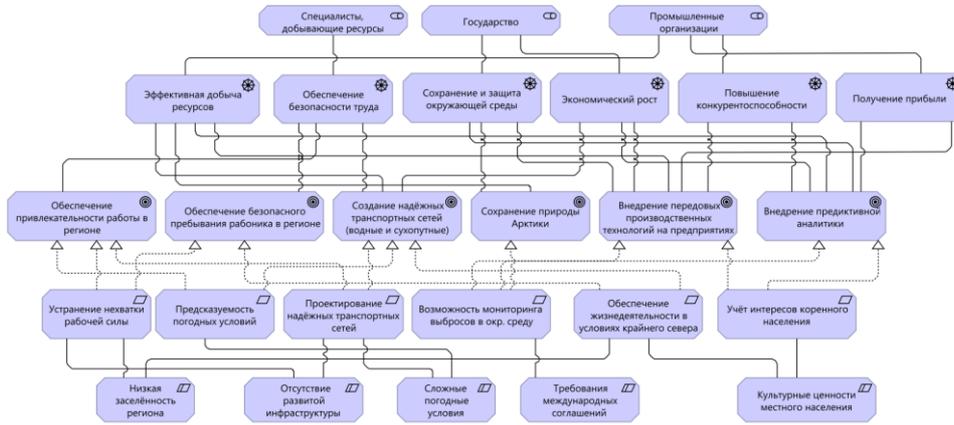


Рис. 4. Мотивационное расширение «Территории добычи минеральных ресурсов».

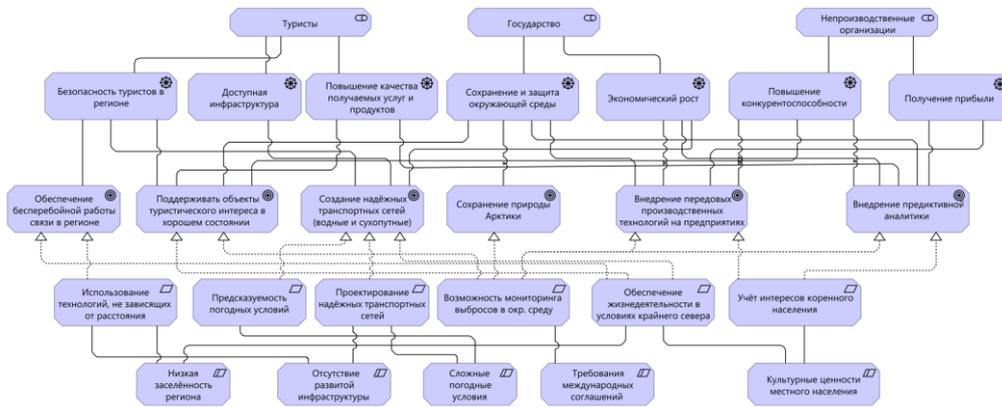


Рис. 5. Мотивационное расширение «Территории рекреационной направленности».

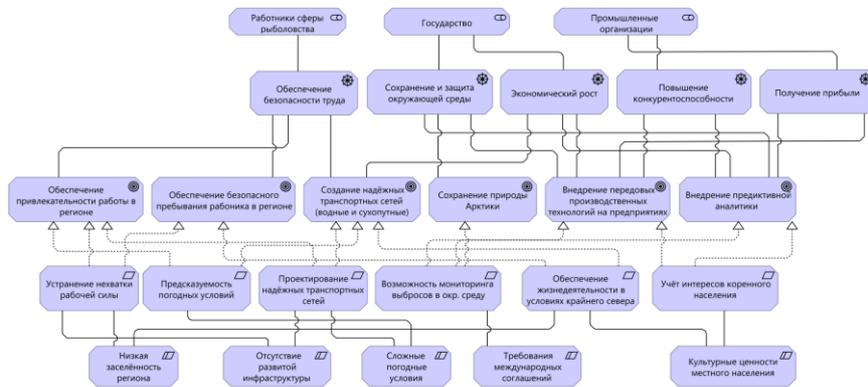


Рис. 6. Мотивационное расширение «Территории, отведенные для целей рыболовства».

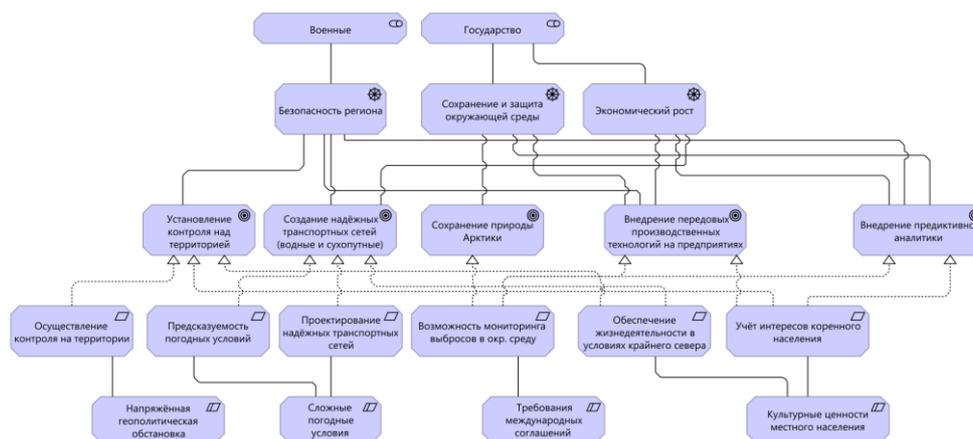


Рис. 7. Мотивационное расширение «Инфраструктура защиты безопасного существования».

Анализируя полученные модели, можно заметить объективное сходство мотивационных расширений рассматриваемых субпространств. Это сходство может быть объяснено рядом причин. Самая очевидная из них — это климатические условия. Арктика — регион с неоспоримо суровыми природными условиями, которые накладывают свой отпечаток на любую сферу деятельности в регионе. Каждое из рассматриваемых субпространств выделяется в составе российской Арктики и, соответственно, развиваться и существовать данное субпространство должно в экстремальных условиях Крайнего Севера, что должно быть отражено в каждой модели мотивационного расширения.

Другим общим ограничением, существование которого также необходимо учитывать при построении стратегии развития каждого из арктических субпространств, является большое внимание к межправительственным соглашениям и российским нормативно-правовым актам в области сохранения арктической природы, минимизации воздействия на неё человека и противодействию изменению климатических условий. В современных реалиях все социально ответственные правительства стран понимают и учитывают «зелёную» повестку, строят планы по развитию своих регионов с учётом защиты окружающей среды.

Также из общего у этих моделей можно отметить необходимость учитывать интересы местного и коренного населения арктического региона, а также то, что в развитии каждого из семи выделенных субпространств напрямую заинтересовано государство.

В то же время у построенных моделей имеется ряд ощутимых различий. Первое и самое главное различие данных мотивационных расширений для выделенных семи субпространств — это стейкхолдеры. Логично, что их состав от субпространства к субпространству будет изменяться, поскольку, к примеру, производственным предприятиям в меньшей степени будет интересно развитие и поддержание объектов туристической инфраструктуры в хорошем состоянии. Аналогично иностранные партнёры не имеют коммерческого или какого-либо другого прямого интереса в темпе развития социальных сервисов для местного населения российской Арктики.

В дополнение: некоторые цели и драйверы для разных субпространств имеют одинаковую важность, например: сохранение и защита окружающей среды и сохранение природы Арктики, экономический рост, внедрение предиктивной аналитики, внедрение передовых производственных технологий на предприятиях.

Основываясь на полученных моделях мотивационных расширений для семи субпространств российской Арктики и сформированном перечне цифровых технологий, применимых в освоении арктических территорий, можно сформулировать следующие требования к цифровым технологиям, способным упростить освоение и пребывание человека в Арктическом регионе и работу в суровых условиях Крайнего Севера:

1. Реализация дистанционного оказания социальных услуг (телемедицинские технологии, 5G). Данные технологии обеспечат удовлетворение потребности населения в получении медицинского обслуживания, сделают пребывание в арктическом регионе в целом более безопасным для человека.

2. Сбор данных в реальном времени (IoT и IIoT, M2M). Обеспечивая поступление данных в реальном времени, можно сформировать достоверный пул информации о текущем состоянии инфраструктуры и эксплуатируемых технических систем, а также информации о погодных условиях.

3. Аналитика данных с возможностью визуализации и прогнозирования (Big Data, AI, BI, «облачные» вычисления). Имея достоверные данные, полученные с помощью технологий из п. 2, данная технология будет способствовать реализации data-driven менеджмента, что обеспечит принятие рациональных решений при обеспечении функционирования субпространств.

4. Реализация эффективной добычи ресурсов без последствий для окружающей среды (роботизация производства, цифровые двойники (digital twin), киберфизические системы (CPS)). С помощью данных цифровых технологий станет возможным моделировать устройство скважин в нефтегазоносных районах, что сделает процесс добычи углеводородов более предсказуемым и безопасным.

5. Обеспечение безопасности (блокчейн (blockchain)). В развитии российской Арктики достаточно большая роль отводится безопасности (проживания, работы, региона в целом). И, бесспорно, в современном мире очень важно обеспечивать безопасность не только физическую, но и информационную (предотвращение утечек данных, предотвращение фальсификации данных и т. д.).

Заключение

Программы исследования и освоения российской Арктики всегда имели высокий приоритет для Российской Федерации. Арктика — невероятно богатый и в то же время сложный для освоения регион нашей планеты. Современный этап развития цифровых технологий и технологий работы с данными способен внести свой вклад в борьбу с вызовами этого региона: то, что не под силу человеку, может быть под силу технологиям дистанционного обмена данными, дистанционного управления, технологиям эффективного анализа и прогнозирования.

В ходе данного исследования была использована теория деления российской Арктики на целевые субпространства для структуризации задачи определения требований к цифровым технологиям, способным упростить освоение Арктики человеком. Сформированные модели мотивационных расширений для каждого арктического субпространства позволили наглядно продемонстрировать цепочку от специфики субпространства к его потребностям в цифровых сервисах. После анализа индивидуальных требований субпространств была сформулирована общность этих требований. Важно рассматривать субпространства региона и создаваемую для них цифровую инфраструктуру в комплексе. При неравномерном развитии технологически менее развитые субпространства не смогут эффективно взаимодействовать с технологически более продвинутыми субпространствами, вследствие этого искомый синергетический эффект наблюдаться не будет.

Были обозначены следующие общие бизнес-требования к цифровым технологиям, востребованным в освоении Арктики:

- возможность дистанционного оказания социальных услуг местному населению и туристам;
- осуществление сбора и передачи данных в реальном времени с объектов субпространств;
- аналитика данных с возможностью визуализации и прогнозирования;
- возможность дистанционного управления машинами и агрегатами;
- эффективные геонавигационные и метеосистемы.

Удовлетворение каждого из сформулированных укрупнённых требований подразумевает разработку цифровых комплексов, включающих широкий спектр цифровых технологий и технологий работы с данными. Проведённое исследование по выявлению требований является основой для дальнейшей работы, включающей следующие шаги:

- определение текущего состояния удовлетворённости субпространств в цифровых сервисах;
- проектирование цифровых комплексов, удовлетворяющих общим и индивидуальным требованиям арктических субпространств;
- определение разрыва между текущим и целевым состоянием;

- формирование набора устойчивых и эффективных промежуточных плато при движении к целевому состоянию;
- разработка дорожной карты развития цифровой инфраструктуры арктической зоны РФ, детализированной в форме плана конкретных программ проектов.

Список источников

1. Кондратьев В.Б. Минеральные ресурсы и будущее Арктики // Горная промышленность. 2020. № 1. С. 87–96. DOI: <http://dx.doi.org/10.30686/1609-9192-2020-1-87-96>
2. Диденко Н.И., Конахина Н.А., Скрипнюк Д.Ф., Шейкина А.И. Обзор подходов экономического развития территории Арктической зоны РФ, представленной в виде целевых субпространств // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2015. Т. 6. № 4–1(24). С. 148–159. DOI: <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2015.6.4.148.159>
3. Левина А.И., Ильин И.В., Скрипнюк Д.Ф. Возможности цифровых технологий при реализации телемедицинских систем в Арктической зоне // Глобальный научный потенциал. 2018. № 2 (83). С. 47–50.
4. Serova N., Korchak E., Skufina T. The Arctic: Strategic Priorities of Circumpolar Countries // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 753 (7). Art. 072022. DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/753/7/072022>
5. Zaikov K.S., Kondratov N.A. Contribution of Northern European universities to the implementation of research policy in the Arctic // Arctic and North. 2021. Vol. 42. Pp. 172–190. DOI: <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2021.42.200>
6. Политика, экономика и безопасность современной Арктики (к 25-летию Арктического совета): монография / По ред. Ван Ц., Власова Б.Е., Гуселетова Б.П. и др. Москва: ИЕ РАН, 2022. 150 с. DOI: https://doi.org/10.15211/report112022_397
7. Perrin A.D., Ljubicic G., Ogden A. Northern Research Policy Contributions to Canadian Arctic Sustainability // Sustainability. 2021. Vol. 13 (21). Art. 12035. DOI: <https://doi.org/10.3390/su132112035>
8. Schunz S., De Botselier B., López Piqueres S. The European Union's Arctic policy discourse: green by omission // Environmental Politics. 2021. Vol. 30. Iss. 4. Pp. 579–599. DOI: <https://doi.org/10.1080/09644016.2020.1787041>
9. Lavorio A. Geography, climate change, national security: The case of the evolving US Arctic strategy // The International Spectator. 2021. Vol. 56. Iss. 1. Pp. 111–125. DOI: <https://doi.org/10.1080/03932729.2020.1823695>
10. Peng Y., Huiwen C., Xiaoyan G. Analysis of Sweden's Arctic strategy for the new decade // Chinese Journal of Polar Research. 2022. Vol. 34. Iss. 3. Pp. 340–351. DOI: <https://doi.org/10.13679/j.jdyj.20210049>
11. Ильин И.В., Левина А.И., Ильяшенко В.М., Ильяшенко О.Ю. Модель мотивационного расширения цифровой трансформации российского бизнеса // Наука и бизнес: пути развития. 2019. № 8 (98). С. 127–131.
12. Череповицын А.Е., Соловьева В.М. Анализ сырьевого углеводородного потенциала российской Арктики // Наукосфера. 2020. № 11 (2). С. 257–261. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4293527>
13. Арктическое пространство России в XXI веке: факторы развития, организация управления: монография / Под ред. В.В. Ивантера. Санкт-Петербург: Наука, 2016. 1016 с.
14. Kozlova E.V., Starikov K.A., Konakhina N.A., Aladyshkin I.V. Usage of additive technologies in the Arctic region // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 539 (1). Art. 012140. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/539/1/012140>
15. Скрипнюк Д.Ф., Киккас К.Н. Концепция целевых субпространств в развитии Арктических территорий // Горизонты экономики. 2020. № 1 (54). С. 80–94.
16. Корчак Е.А. Социальные риски достижения устойчивого развития Арктического региона // Арктика и Север. 2024. № 54. С. 38–53. DOI: <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2024.54.38>

17. Недосека Е.В., Шарова Е.Н., Шорохов Д.М. Убывающие города российской Арктики: статистические тренды и публичный дискурс о причинах оттока населения // *Арктика и Север*. 2024. № 54. С. 169–189. DOI: <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2024.54.169>
18. Минчук О.В., Сабуров А.А., Зайков К.С. и др. Взаимодействие предприятий реального сектора экономики АЗРФ и образовательных организаций (на примере Архангельской области): содержание, тенденции, оценки // *Арктика и Север*. 2023. № 53. С. 79–100. DOI: <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2023.53.79>
19. Пилясов А.Н. Алгоритм одоления монопрофильности арктического города: случай Норильска // *Арктика и Север*. 2023. № 53. С. 101–134. DOI: <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2023.53.101>
20. Питухина М.А., Белых А.Д. Использование технологий искусственного интеллекта в российской Арктике на примере Мурманской области // *Арктика и Север*. 2023. № 52. С. 167–179. DOI: <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2023.52.167>
21. Жигунова Г.В., Шарова Е.Н. Барьеры и факторы развития туристического бизнеса в России и Арктике (по результатам экспертного опроса) // *Арктика и Север*. 2023. № 53. С. 180–201. DOI: <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2023.53.180>
22. Смирнов А.В. «Цифровой двойник» населения Арктики в демографических исследованиях и управлении развитием территорий // *Арктика и Север*. 2023. № 53. С. 260–272. DOI: <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2023.53.260>
23. Диденко Н.И., Шейкина А.И. Целевые субпространства и синергетический эффект освоения Арктической зоны РФ // *Экономика и социум: современные модели развития*. 2016. № 14. С. 15–32.
24. Skripnuk D.F., Kikkas K.N. The concept of creating a digital clone of the Arctic territories // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020. Vol. 940 (1). Art. 12108. DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/940/1/012108>
25. Fedorov V.P., Zhuravel V.P., Grinyaev S.N., Medvedev D.A. The Northern Sea Route: problems and prospects of development of transport route in the Arctic // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020. Vol. 434 (1). Art. 12007. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/434/1/012007>
26. Widarti E., Sudana D. Enterprise Architecture Application for Strategy and Innovation: A Literature Review // *Journal of Smart System*. 2023. Vol. 3. Iss. 1. Pp. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.36728/jss.v3i1>
27. Ilin I.V., Iliashenko O.Y., Levina A.I. Application of service-oriented approach to business process reengineering // *Vision 2020: Innovation Management, Development Sustainability, and Competitive Economic Growth*. 2016. Pp. 768–781.

References

1. Kondratiev V.B. Mineral Resources and Future of the Arctic. *Russian Mining Industry*, 2020, no. 1, pp. 87–96. DOI: <http://dx.doi.org/10.30686/1609-9192-2020-1-87-96>
2. Didenko N.I., Konakhina N.A., Skripnuk D.F., Sheikina A.I. Review Approaches Economic Development of the Territory of the Arctic Zone of the Russian Federation, Presented in the Form of Target Subspace. *MIR (Modernization. Innovation. Research)*, 2015, vol. 6, no. 4–1(24), pp. 148–159. DOI: <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2015.6.4.148.159>
3. Levina A.I., Ilyin I.V., Skripnyuk D.F. Application of Digital Technologies for Telemedicine Systems in the Arctic. *Global Scientific Potential*, 2018, no. 2 (83), pp. 47–50.
4. Serova N., Korchak E., Skufina T. The Arctic: Strategic Priorities of Circumpolar Countries. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2020, vol. 753 (7), art. 072022. DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/753/7/072022>
5. Zaikov K.S., Kondratov N.A. Contribution of Northern European Universities to the Implementation of Research Policy in the Arctic. *Arktika i Sever [Arctic and North]*, 2021, vol. 42, pp. 172–190. DOI: <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2021.42.200>

6. Wang Q., Vlasov B.E., Guseletov B.P., eds. *Politics, Economics and Security of the Modern Arctic (To the 25th Anniversary of the Arctic Council)*. Moscow, IE RAS Publ., 2022, 150 p. (In Russ.) DOI: https://doi.org/10.15211/report112022_397
7. Perrin A.D., Ljubicic G., Ogden A. Northern Research Policy Contributions to Canadian Arctic Sustainability. *Sustainability*, 2021, vol. 13 (21), art. 12035. DOI: <https://doi.org/10.3390/su132112035>
8. Schunz S., De Botselier B., López Piqueres S. The European Union's Arctic Policy Discourse: Green by Omission. *Environmental Politics*, 2021, vol. 30, iss. 4, pp. 579–599. DOI: <https://doi.org/10.1080/09644016.2020.1787041>
9. Lavorio A. Geography, Climate Change, National Security: The Case of the Evolving US Arctic Strategy. *The International Spectator*, 2021, vol. 56, iss. 1, pp. 111–125. DOI: <https://doi.org/10.1080/03932729.2020.1823695>
10. Peng Y., Huiwen C., Xiaoyan G. Analysis of Sweden's Arctic Strategy for the New Decade. *Chinese Journal of Polar Research*, 2022, vol. 34, iss. 3, pp. 340–351. DOI: <https://doi.org/10.13679/j.jdyj.20210049>
11. Ilyin I.V., Levina A.I., Ilyashenko V.M., Ilyashenko O.Yu. Main Trends of the Digital Transformation of Russian Business. *Science and Business: Ways of Development*, 2019, no. 8 (98), pp. 127–131.
12. Cherepovitsyn A.E., Solovyova V.M. Analysis of the Raw Hydrocarbon Potential of the Russian Arctic. *Naukosfera*, 2020, no. 11 (2), pp. 257–261. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4293527>
13. Ivanter V.V. *The Arctic Space of Russia in the 21st Century: Development Factors, Management Organization*. Saint Petersburg, Nauka Publ., 2016, 1016 p. (In Russ.)
14. Kozlova E.V., Starikov K.A., Konakhina N.A., Aladyshkin I.V. Usage of Additive Technologies in the Arctic Region. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2020, vol. 539 (1), art. 012140. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/539/1/012140>
15. Skripnuk D.F., Kikkas K.N. The Concept of Target Subspaces in the Development of the Arctic Territories. *Horizons of Economics*, 2020, no. 1 (54), pp. 80–94.
16. Korchak E.A. Social Risks of Achieving Sustainable Development in the Arctic Region. *Arktika i Sever [Arctic and North]*, 2024, no. 54, pp. 38–53. DOI: <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2024.54.38>
17. Nedoseka E.V., Sharova E.N., Shorokhov D.M. Shrinking Cities of the Russian Arctic: Statistical Trends and Public Discourse on the Causes of Population Outflow. *Arktika i Sever [Arctic and North]*, 2024, no. 54, pp. 169–189. DOI: <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2024.54.169>
18. Minchuk O.V., Saburov A.A., Zaikov K.S., Tamitskiy A.M., Nikiforov A.S. Interaction between Enterprises of the Real Economy Sector of the Russian Arctic Zone and Educational Organizations (Using the Example of the Arkhangelsk Oblast): Content, Trends and Assessments. *Arktika i Sever [Arctic and North]*, 2023, no. 53, pp. 79–100. DOI: <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2023.53.79>
19. Pilyasov A.N. Algorithm for Overcoming the Monoprofile of the Arctic City: The Case of Norilsk. *Arktika i Sever [Arctic and North]*, 2023, no. 53, pp. 101–134. DOI: <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2023.53.101>
20. Pitukhina M.A., Belykh A.D. Artificial Intelligence Technologies in the Russian Arctic: The Case of the Murmansk Oblast. *Arktika i Sever [Arctic and North]*, 2023, no. 52, pp. 167–179. DOI: <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2023.52.167>
21. Zhigunova G.V., Sharova E.N. Barriers and Factors of Tourism Business Development in Russia and the Arctic (Based on the Results of an Expert Survey). *Arktika i Sever [Arctic and North]*, 2023, no. 53, pp. 180–201. DOI: <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2023.53.180>
22. Smirnov A.V. “Digital Twin” of the Arctic Population in Demographic Research and Territorial Development Management. *Arktika i Sever [Arctic and North]*, 2023, no. 53, pp. 260–272. DOI: <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2023.53.260>
23. Didenko N.I., Sheykina A.I. The Target Subspaces and the Synergistic Effect of Development of the Russian Federation Arctic Zone. *Economics and Society: Contemporary Models of Development*, 2016, no. 14, pp. 15–32
24. Skripnuk D.F., Kikkas K.N. The Concept of Creating a Digital Clone of the Arctic Territories. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2020, vol. 940 (1), art. 12108. DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/940/1/012108>

25. Fedorov V.P., Zhuravel V.P., Grinyaev S.N., Medvedev D.A. The Northern Sea Route: Problems and Prospects of Development of Transport Route in the Arctic. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2020, vol. 434 (1), art. 12007. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/434/1/012007>
26. Widarti E., Sudana D. Enterprise Architecture Application for Strategy and Innovation: A Literature Review. *Journal of Smart System*, 2023, vol. 3, iss. 1, pp. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.36728/jss.v3i1>
27. Ilin I.V., Iliashenko O.Y., Levina A.I. Application of Service-Oriented Approach to Business Process Reengineering. *Vision 2020: Innovation Management, Development Sustainability, and Competitive Economic Growth*, 2016, pp. 768–781.

*Статья поступила в редакцию 16.04.2024; одобрена после рецензирования 03.05.2024;
принята к публикации 07.05.2024*

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов