

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И УРБАНИСТИКА

Научная статья



УДК/UDC 711.7(211-17)

DOI: 10.24412/1998-4839-2025-1-262-275

EDN: SMCZZN

Подходы к проектированию инженерно-транспортных систем арктических регионов**Таисия Сергеевна Осьминина¹**Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия
t.osminina@markhi.ru

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы и особенности инженерно-транспортных систем территорий с неблагоприятными климатическими условиями Арктической зоны России. Исследуются существующий зарубежный и отечественный опыт, подходы и технологии в проектировании транспортных путей и инфраструктуры. Материалы статьи содержат характерные примеры, иллюстрирующие основные направления развития и принципы совершенствования транспортных систем.

Ключевые слова: градостроительство на Крайнем Севере, Арктика, транспортная система, инженерная инфраструктура, пространственные связи

Для цитирования: Осьминина Т.С. Подходы к проектированию инженерно-транспортных систем арктических регионов // Architecture and Modern Information Technologies. 2025. №1(70). С. 262-275.

URL: https://marhi.ru/AMIT/2025/1kvart25/PDF/15_osminina.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2025-1-262-275. EDN: SMCZZN

TOWN-PLANNING AND URBAN DESIGN STUDIES

Original article

Approaches to the design of engineering and transport systems in Arctic regions**Taisiya S. Osminina¹**Moscow Architectural Institute (State Academy), Moscow, Russia
t.osminina@markhi.ru

Abstract. This article examines the challenges and specific features of engineering and transport systems in areas with harsh climatic conditions within Russia's Arctic zone. It explores existing domestic and international experience, approaches, and technologies in the design of transportation routes and infrastructure. The study presents characteristic examples illustrating key directions for development and principles for improving transport systems in Arctic regions.

Keywords: urban planning in the Far North, Arctic, transport system, engineering infrastructure, spatial connectivity

For citation: Osminina T.S. Approaches to the design of engineering and transport systems in Arctic regions. Architecture and Modern Information Technologies, 2025, no. 1(70), pp. 262-275. Available at: https://marhi.ru/AMIT/2025/1kvart25/PDF/15_osminina.pdf

DOI: 10.24412/1998-4839-2025-1-262-275. EDN: SMCZZN

¹ © Осьминина Т.С., 2025

Введение

Актуальность исследования транспортной инфраструктуры в арктической зоне России обусловлена несколькими аспектами. В первую очередь, рост экономической активности в Арктике, который наблюдается в последние годы. Он связан с освоением природных ресурсов, развитием туризма и промышленных отраслей экономики и требует непрерывного развития транспортной инфраструктуры, способной обеспечить оптимизацию логистики.

Во вторую очередь, благодаря современным информационно-технологическим ресурсам и развитию инженерных и строительных технологий становится возможен качественно новый уровень освоения и развития территорий с экстремальными климатическими условиями.

Актуальность исследования транспортной инфраструктуры в Арктике связана с постепенным изменением климата. В связи с глобальным потеплением появляются новые возможности для использования ранее недоступных природных ресурсов, в частности, полезных ископаемых, а также упрощается использование Северного морского пути, и появляются новые территории, на которых возможно строительство жилых и промышленных объектов [1].

Однако помимо новых возможностей глобальное потепление создает новые вызовы. Так, таяние вечной мерзлоты и льдов Северного Ледовитого океана влияет на устойчивость транспортной инфраструктуры в Арктике и требуют разработки технологий и методов строительства, способных противостоять этим изменениям.

Важным аспектом, требующим новых исследований в области транспортной системы, является постепенное развитие международного сотрудничества в Арктике. Этот регион становится все более значимым в вопросах взаимодействия с другими государствами и реализации стратегических интересов России. Модернизация транспортных систем имеет большое значение для обеспечения обороноспособности, экономических интересов страны и формирования экономического присутствия нашего государства².

Однако основной целью при исследовании транспортной инфраструктуры является улучшение жизни населения, которое проживает в этом регионе. Доступ к качественным путям сообщения способствует улучшению качества образования, здравоохранения и других социальных услуг за счет повышения мобильности населения и расширения возможностей доставки необходимых ресурсов.

Согласно выявленной актуальности, целью настоящей статьи стало прогнозирование дальнейшего развития транспортной инфраструктуры арктической зоны России с учетом всех вышеперечисленных факторов.

Для достижения цели были поставлены такие задачи как: исследование существующего состояния транспортных систем арктической зоны России и их особенностей, выявление тенденций и мотивации их развития, а также поиск возможных решений проблем на основе отечественного и мирового опыта проектирования в Арктике.

Методологической основой исследования стали общенаучные методы, в том числе комплексный территориальный и системный. Для анализа и обобщения данных использовались картографический, статистический и историко-сравнительный методы, теоретическое обобщение опыта и практических подходов, сравнительно-графический и картографический анализ, систематизация и структурный анализ данных.

² Штыров В. Без единства инфраструктуры нет единства страны. URL: <https://va-shtyrov.ru/news/vyacheslav-shtyrov-bez-edinstva-infrastruktury-net-edinstva-strany/> (дата обращения: 11.10.2024).

Особенности транспортных систем территорий с экстремальными климатическими условиями, их проблемы

Исследование существующих транспортных коридоров России выявило, что северная часть Красноярского края, Чукотского АО и Ямало-Ненецкого АО соединена с центральными районами преимущественно воздушными и водными маршрутами. При этом отсутствует опорный каркас магистральных железных дорог, хотя работа в этом направлении ведется уже почти два века. Отсутствие меридиональных железнодорожных связей на Севере препятствует взаимодействию этих территорий другими регионами страны³ (рис. 1).

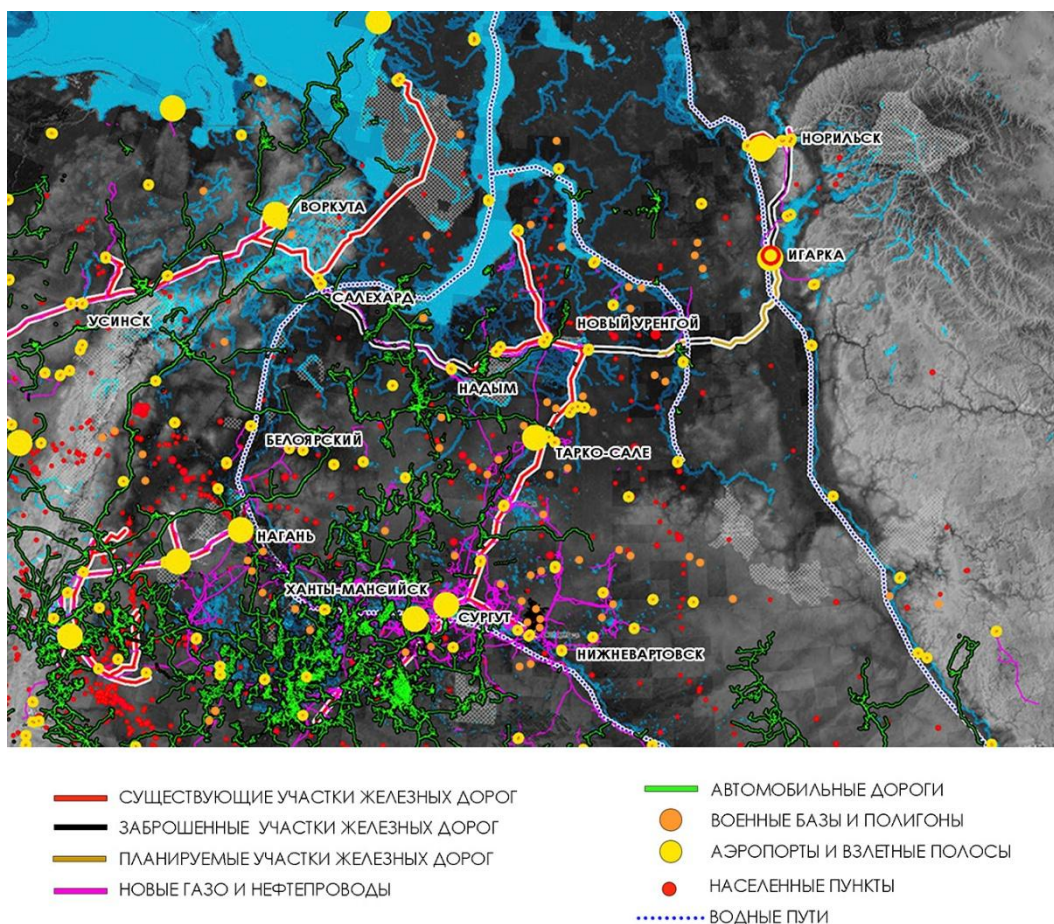


Рис. 1. Схема обеспечения транспортно-инженерной инфраструктурой Ямало-Ненецкого АО и севера Красноярского края

Исторически характерной проблемой для арктической зоны России является проектирование новых магистралей без учета сложившихся систем расселения и климатических условий⁴. Примером такого подхода может служить Трансполярная магистраль⁵, трассировка которой проводилась без предварительных геологических изысканий и изменялась по мере строительства. Это привело к ошибкам в проектировании,

³ ОАО РЖД: Официальный сайт. URL: https://old-www.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=5245&refererLayerId=3290&layer_id=3290&id=4131 (дата обращения: 03.12.2023).

⁴ Славин С.В. Промышленное и транспортное освоение Севера СССР. Москва: Экономиздат, 1961.

⁵ Трансполярная магистраль – незавершенный проект железной дороги от берегов Баренцева моря и до Чукотки. Реализовывался в 1947-1953 годах и был построен участок от Чума до Ермаково. В настоящее время функционирует только участок станции Лабитнанги.

снижению качества строительства, повышенному расходу ресурсов и последующей деградации населенных пунктов, обслуживающих магистраль [2].

Анализ обеспеченности территорий Арктики транспортной и инженерной инфраструктурой показывает очаговый характер их развития и сезонность.

Водотранспортная сеть арктической зоны представлена крупными судоходными реками (Енисей, Обь, Лена, Колыма и др.) с системой портов и Северным Морским путем (далее – СМП). В настоящее время оснащение речных портов не удовлетворяет требованиям современных морских коммуникаций, что способствует экономической и технической изоляции от основных транспортных потоков. Причины этого кроются в малом объеме местной экономики, который делает экономически невыгодным заход крупных судов и ледоколов, обслуживание и новое строительство, а также в малых глубинах, ограничивающих потенциал развития.

Исследование воздушного транспорта арктической зоны показало, что количество оборудованных взлетно-посадочных полос (далее – ВПП) в северных регионах является достаточным для организации альтернативных связей с другими регионами⁶ (рис. 2,3). Однако зависимость авиаперелетов от погодных условий и высокая стоимость воздушных грузоперевозок препятствуют использованию данного типа транспорта в качестве основного.

Особенностью арктического региона является проблема конкурирования коммерческих поставок и жизнеобеспечения малых поселений. Из-за слабого развития инфраструктуры коммерческие и жизнеобеспечивающие грузы вынуждены делить транспортные средства для набора необходимого объема. Часто наблюдается приоритет коммерческих поставок перед поставками предметов повседневного спроса.

Арктические города представляют собой почти изолированные городские экосистемы с минимальным внешним воздействием. Жизнь в них характеризуется социальной однородностью, монотонностью и ограниченным выбором пешеходных сценариев [3].

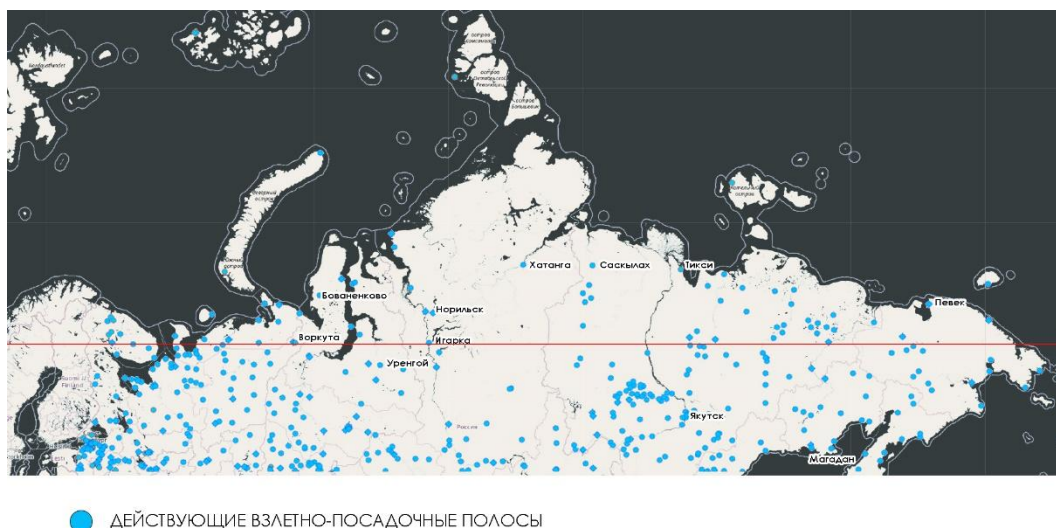


Рис. 2. Схема расположения взлетно-посадочных полос северной части Красноярского края, Республики Коми, Ямало-Ненецкого, Чукотского Автономных округов и Якутии

⁶ Объемы перевозок через аэропорты России // Министерство транспорта Российской Федерации Федеральное агентство воздушного транспорта Росавиация. URL: <https://favt.gov.ru/dejatelnost-ajeroporty-i-ajerodromy-osnovnie-proizvodstvennie-pokazateli-aeroportov-obyom-perevoz/> (дата обращения: 7.05.2024).

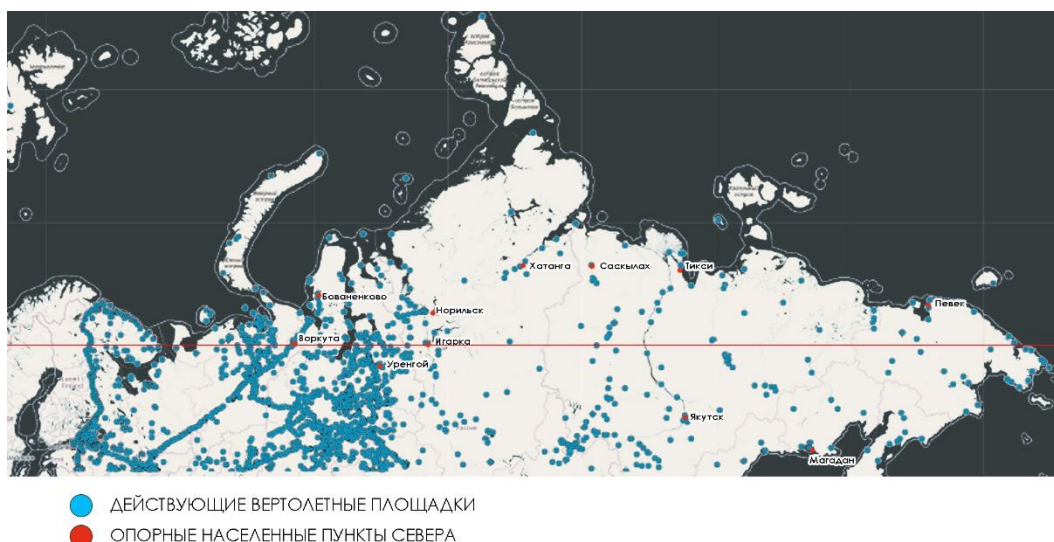


Рис. 3. Схема расположения вертодромов северной части Красноярского края, Республики Коми, Ямало-Ненецкого, Чукотского Автономных округов и Якутии

Анализ зарубежных северных транспортных связей

Транспортные сети Скандинавских стран представлены железнодорожным, автомобильным, воздушным и водными путями сообщения.

Благодаря большому количеству водных артерий, основной местный пассажирский и грузовой потоки осуществляются по рекам, фьордам и даже озерам на паромных переправах и судах.

Железные и автомобильные дороги прокладываются, в основном, на скалистых грунтах. Рельеф местности изрезанный, холмистый, часто пересекаемый водными артериями, поэтому надземные транспортные пути Скандинавии имеют большое количество тоннелей, мостов и эстакад⁷.

В настоящее время ведутся работы по модернизации дорог и созданию новых участков скоростного движения. Имеется хорошо развитая сеть скоростного железнодорожного сообщения, основным узлом которого являются Хельсинки. В последние годы в Северной Европе появились поезда, которые достигают скорости 220 км/ч. Благодаря небольшим расстояниям между городами один состав осуществляет несколько поездок по маршруту в день (рис. 4).

Автомобильные магистрали характеризуются, большой плотностью, качеством исполнения. Так, провалы, проломы и обрушения дорожного полотна встречаются крайне редко.

Международное сообщение представлено морским и воздушным транспортными путями. На Аляске существуют железнодорожные, автомобильные, водные и воздушные связи. Наиболее развитой считается система авиасообщения. Аляска имеет слабую сеть автомобильных связей. Дорожная система связывает центральные населенные пункты с шоссе «Аляской» и Канадой. Западная часть не имеет автомобильных дорог, соединяющих ее с основной территорией штата. Аляскинская железная дорога связывает города Сьюард

⁷ Романенко В.Н., Никитина Г.В. Рельсовый транспорт Скандинавии // СЦБИСТ. Сайт железнодорожников № 1. URL: <http://scbist.com/xx2/9273-relsovyi-transport-skandinavii.html#post50989> (дата обращения: 17.02.2024).

и Фэрбанкс и является одной из немногих железных дорог мира, которые проходят через национальные парки. Многие города, поселки и деревни в штате не имеют доступа к дорогам или шоссе, и единственные доступные пути сообщения включают воздушный, речной и морской виды транспорта. Паромная система (Аляскинское морское шоссе) обслуживает города на побережье, осуществляя перевозку грузов и пассажиров. До городов, не обслуживаемых дорогой и водным транспортом, можно добраться по воздуху. Практически каждый населённый пункт имеет свою взлетно-посадочную полосу. Авиакомпании обеспечивают связь с крупными городами и с континентальной частью США. Летом выполняется несколько рейсов из города Ном в российский город Провиденция.

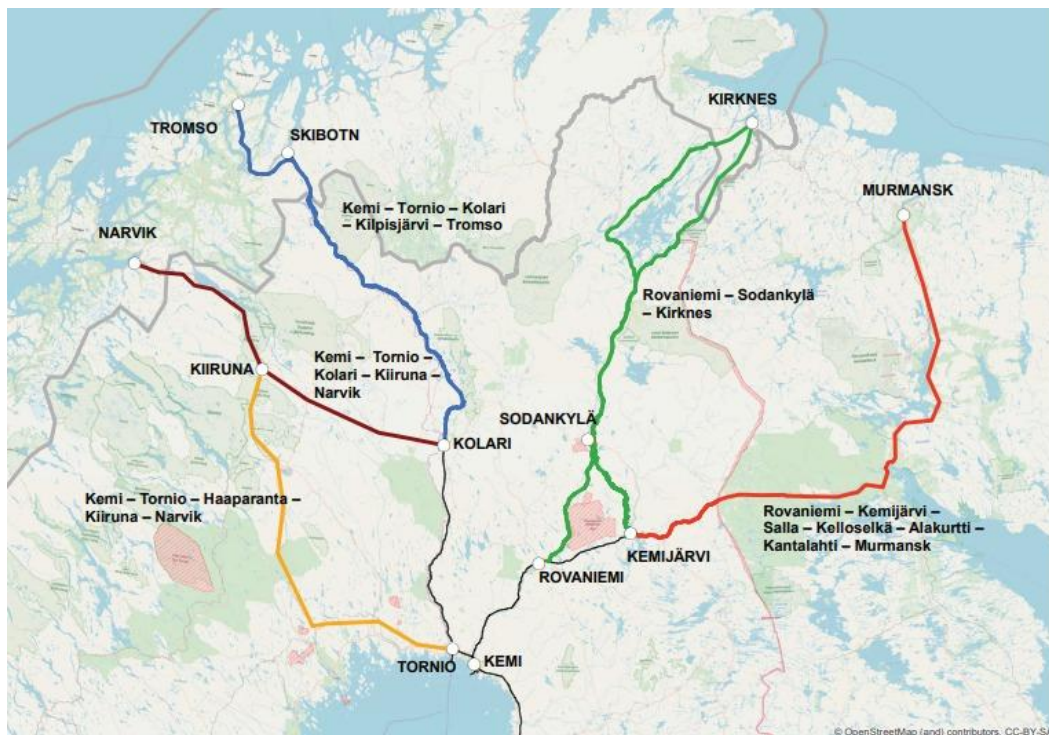


Рис. 4. Пять альтернативных путей железнодорожного сообщения между Финляндией и Северным морским путем

Авиасообщение субсидируется федеральным правительством через программу основных воздушных перевозок, поэтому доступно местному населению. Во многих коммунах существует даже служба авиатакси. Местный транспорт в регионах, не имеющих автомобильных дорог и водных артерий, представлен вездеходами, снегоходами и собачьими упряжками.

Большое внимание международного сообщества уделяется развитию проектов, связанных с концепцией «Северного Шелкового Пути», в который входит создание транспортных коридоров между Скандинавией и РФ, организация скоростного пассажирского движения от Хельсинки до Москвы и другие маршруты.

В настоящее время развивается проект полярной железной дороги, соединяющей северные районы Финляндии и Норвегии и являющейся частью проекта «Полярный Шелковый путь». Предполагаемый маршрут следования – Оулу – Рованиemi (Финляндия) – Киркенес (Норвегия). Длина дороги составит около 450 км.

К местным проектам, применимым в зоне вечной мерзлоты, относится идея создания плавучего тоннеля в Норвегии. Тоннель представляет собой проложенные под водой на глубине около 30 метров полые бетонные трубы общей протяженностью 1200 м. Крепление ко дну может осуществляться различными способами, в частности, металлическими

тросами. На поверхности воды тоннель будут поддерживать понтоны⁸. Глубина размещения тоннеля связана с ослаблением силы волн во фьордах по мере опускания на дно. Подобное решение было принято в целях сохранения природного комплекса, сложившегося на территории.

Глубина многих заливов превышает 1 км, а ширина – 5 км. Это делает строительство мостов и туннелей под дном моря нецелесообразным и опасным для эксплуатации решением. Таким образом, идея «плавающего туннеля» может оказаться эффективным решением при строительстве северных транспортных артерий.

Задача обеспечения связности Арктики с другими регионами страны

В современном мире особенно важно развитие надежной и эффективной магистральной инфраструктуры, которая обеспечивает оборонное, экономическое, социальное и ментальное единство страны, а также служит опорой для создания и укрепления региональной и местной инфраструктуры.

Задача обеспечения единства и связанности через создание магистральной общенациональной инфраструктуры, приобретает особую актуальность в современных, далеко непростых геополитических обстоятельствах. Так, первостепенной задачей в Арктике является ее связь со всей страной.

Арктика является передовым рубежом обороны России, кроме того, потепление климата открывает новые возможности для использования природных ресурсов и развития Северного морского пути как важнейшей транспортной магистрали. Для защиты своих интересов Россия должна усилить оборону, вести дипломатическую работу и разворачивать научные исследования, но самое главное – развивать экономическое присутствие в Арктике. И толчком для этого развития должны стать новые магистральные артерии, которые станут основной производительной силой в регионе.

Согласно сложившемуся опыту магистрали, поспособствуют развитию новых видов деятельности и предприятий в ранее мало освоенных регионах. Примером могут служить производственные комплексы в Южной Якутии, построенные благодаря появлению Байкало-Амурской магистрали. В то же время строительство и эксплуатация транспортных артерии дает мощный стимул к развитию производств и технологий в сопряженных отраслях.

Для Арктики крайне необходимо завершение трассы Северного Широтного хода от Воркуты до Анадыря с меридиональными связями с Байкало-Амурской и Транссибирской магистралями. В настоящее время уже существует связь Мурманска с Северной железной дорогой (Мурманск – Беломорск – Обозерская – Коноша), также запланировано расширение мощности Северной железной дороги от Коноши до Лабытнанги и ее продолжение до Коротчаево (Проект «Северный Широтный ход»). Все эти проекты реализуются при участии как государственных, так и частных компаний, связанных с нефтегазовой и горнодобывающей промышленностью и напрямую заинтересованных в наличии круглогодичной транспортной магистрали (рис. 5).

В ближайшем будущем видится абсолютно реальным строительство участка от Коротчаево до Игарки и Дудинки и дальнейшее продолжение дороги на восток, к существующим населенным пунктам и месторождениям полезных ископаемых.

Важно отметить, что при такой схеме железнодорожных магистралей, все они будут взаимозаменяемы и взаимодополняемы.

⁸ Таратутенко А. Потрясающе – норвежские подводные «плавающие туннели» // Строительный портал новых технологий. URL: <https://taratutenko.ru/potryasayushte-v-norvezhskie-podvodne-plavayushtie-tunneli.html> (дата обращения: 18.12.2023).



Рис. 5. Схема предполагаемой трассировки железнодорожных магистралей

Подходы к проектированию транспортной инфраструктуры для повышения качества обслуживания населения

Основной целью изменения подходов к проектированию транспортной системы и инфраструктуры в Арктике, является экономия ресурсов, энергии и улучшение экологии городов. Транспортная система должна опираться на передовые технологические достижения, обеспечивать экологическую устойчивость, безопасность и эффективность передвижения.

При планировании населенных пунктов в арктической зоне транспортная инфраструктура должна обеспечивать доступность в любых погодных условиях и сокращать время перемещения между ключевыми объектами города. При этом важно уделять внимание не только глобальным, международным и межрегиональным взаимодействиям, но и учитывать сложившиеся вариации местных транспортных систем. В частности, необходимо развивать сеть внедорожных, не привязанных к дорожному полотну, видов транспорта. Тенденция их использования зародилась в 60-е годы XX века, когда появились первые образцы мототехники, снабженной облегченными гусеницами и управляемой передней лыжей⁹. Такой транспорт пользуется большой популярностью у местного населения в затяжной холодный период года при передвижении на небольшие расстояния в труднодоступные для других видов транспорта места.

В настоящее время существует множество вариаций вездеходных средств, принцип передвижения которых отличается в зависимости от типа грунта, дорожного покрытия и времени года. Проведены успешные испытания моделей, конструктивные особенности которых позволяют установить и перевезти жилой или медицинский модули, транспортный блок, электростанцию, небольшую буровую установку. Принцип пневмоциркуляции с

⁹ Тишак В. Тундромотор. Личный транспорт в Арктике URL: <https://goarctic.ru/society/tundromotor-lichnyy-transport-v-arktike-/?ysclid=m7n5j7xf6z929153292> (дата обращения: 27.02.2025).

использованием выхлопных газов позволяет передвигаться по любой поверхности, минимизируя воздействие на почвенный слой в теплое время года¹⁰.

Для улучшения мобильности населения, увеличения скорости логистических поставок и оказания социальных услуг, вездеходные транспортные средства могут быть использованы в спасательных и медицинских структурах, а также организациях, занимающихся поставками товаров. Для этого потребуются ряд мероприятий, таких как – создание в более крупных населенных пунктах станций обслуживания и хранения такой техники и привлечения новых людей для обучения и последующей работы.

Сервисы и досуговые объекты притяжения в населенных пунктах должны быть равномерно распределены по всей городской ткани, чтобы каждый житель мог удовлетворить базовые потребности в пешей доступности. Кроме того, следует уделять внимание созданию удобных жилых районов с собственными культурно-досуговыми учреждениями и общественными точками притяжения, которые внесут разнообразие в жизненные сценарии.

Принципиальным подходом в формировании общественных пространств является создание закрытых помещений и формирование неразрывной инфраструктурной ткани города, оснащенной современными всепогодными решениями для комфортных прогулок и перемещения [4].

Переосмысление транспортной инфраструктуры Арктики и новые способы передвижения

Первой категорией транспортных средств, дающей широкие возможности для применения в условиях арктического климата, является автономный транспорт – дроны, беспилотные транспортные средства. Развитие технологий интеллектуального управления обеспечивает возможность создания полностью автономных автомобилей, которые способны определять направление движения и выбирать оптимальные маршруты самостоятельно или при помощи дистанционного управления. Благодаря оснащению датчиками, камерами высокого разрешения и автоматизированными функциями безопасности использование автономных транспортных и транспортно-погрузочных средств позволяет создать замкнутые и безопасные системы передвижения [5].

Преимуществом внедрения в арктической зоне автономного транспорта является повышение безопасности, снижение уровня вредных выбросов и уменьшение зависимости от погодных условий. Однако требуется переосмысление архитектурно-градостроительной среды, и адаптация ее для корректной работы алгоритмов искусственного интеллекта, которые помогают автономным транспортным средствам воспринимать окружающую среду, распознавать объекты на дорогах.

Дроны для доставки, являются современным трендом в транспортной отрасли, благодаря способности достигать даже отдаленных мест и перевозить различные предметы. В Арктике дроны могут стать частью повседневной жизни поселений, что позволит снизить дефицит товаров первой необходимости.

Рынок грузоперевозок должен быть адаптирован под появление беспилотных грузовиков, которые решат проблему нехватки водителей и повысят эффективность. Интеграция этих автономных систем с инфраструктурой «умного города» революционизирует городскую мобильность.

¹⁰ Заквасин А., Комарова Е. Полярный автопром: какими возможностями обладают новейшие арктические вездеходы России. URL: <https://russian.rt.com/russia/article/696049-vezdehody-arktiki-rossiya?ysclid=m7n65ranzo895466675> (дата обращения: 27.02.2025).

Важное место в развитии транспортных путей Севера должны занимать современные технологии администрирования, мониторинга и управления. Применение дистанционного управления скоростными составами, а также, разработка механизмов мониторинга состояния транспортной техники в режиме реального времени и использование искусственного интеллекта поможет увеличить скорость передвижения и минимизировать риски аварий. Достижению этой цели будет способствовать и разработка методов компьютерного исследования состояния конструктивных форм транспортных сооружений на всех этапах их эксплуатационного цикла [6].

Основной стратегией развития транспортных путей Севера является использование нескольких форм транспорта для перемещения грузов – мультимодальность транспортных систем. Мультимодальные грузовые перевозки – комбинированные грузовые перевозки, сочетающие возможность использования железнодорожного, автомобильного, водного или воздушного видов транспорта, могут принести наибольшую экономическую выгоду для регионов и решить проблему отсутствия универсального транспортного средства для зоны Арктики. К дополнительным преимуществам бимодальных перевозок по сравнению с одиночными транспортными средствами аналогичной грузоподъемности относятся повышение производительности в 1,5-2 раза, уменьшение себестоимости перевозок на 20-35%; снижение нагрузки на дорогу при существенно увеличенной грузоподъемности, сокращение расхода топлива и улучшение экологической ситуации [7]. В городской среде объединение в единую систему общественного и личного транспорта поможет минимизировать необходимость прямого контактирования с внешней средой.

В настоящее время стабильную, не зависящую от погодных условий, мультимодальную транспортную сеть в Арктике возможно обеспечить за счет комбинирования железнодорожных и автомобильных магистралей. Это возможно благодаря технологиям современного строительства, которые позволяют вести строительство дорожного полотна на многолетнемерзлых и болотистых грунтах, сохраняя их стабильность.

Преимуществами автомобильно-железнодорожной системы в качестве основной, в сравнении с другими видами транспорта, являются: значительный объем грузопассажирских перевозок, значительные расстояния перевозок, сокращение расходов при совмещении технически сложных инженерных сооружений (мостов, насыпей или тоннелей), а также вариативность трассировки и наименьшая зависимость от погодных условий.

Идея соединения удаленных регионов сверхбыстрым, не зависящим от погодных условий типом транспорта впервые появилась в 60-е годы XX века. В настоящее время соединение арктических регионов высокоскоростными железнодорожными связями становится даже более выгодным, чем применение этого вида транспорта в регионах центральной части России, так как короткие расстояния между многими станциями означают, что поезда редко смогут развивать запланированную максимальную скорость в 350 км/ч. Эта технология, благодаря более гибкому маневрированию и устойчивости к перепадам высот, позволят минимизировать риск остановки железнодорожного сообщения в результате просадки или искривления рельсов. Люди из отдаленных населенных пунктов получают возможность добираться до центральной части России за минимальное время. Время доставки людей на предприятия и вахты также сократятся.

В перспективе Север России может быть охвачен высокоскоростным движением за счет применения магнитолевитационных и струнных эстакадных технологий [6]. В настоящее время консорциумом «Российский маглев» на базе Петербургского государственного университета путей разработаны узловые системы таких дорог, а также комбинированная система обеспечения левитации. Проведенные исследования доказали, что строительство магнитолевитационной железной дороги в Арктике поможет избежать деградации вечной мерзлоты за счет свайного основания и установки специальных температурных

стабилизаторов¹¹. При этом стоимость строительства и обслуживания таких конструкций обходится дешевле традиционных и имеет ряд преимуществ, таких как высокая экологическая безопасность, энергоэкономичность, существенно более низкая стоимость грузоперевозок¹².

Наиболее перспективным речным транспортом на территории проектирования, могут стать суда, имеющие неограниченный навигационный период и диапазон, то есть, проходящие как по водной поверхности, так и по снежной целине, льдам, болотам, тундре. К ним относятся суда на воздушных подушках, аэроглиссеры, и аэроботы. Благодаря небольшим размерам, достаточной грузоподъемности и высокой проходимости, они могут выполнять доставку грузов и людей из отдаленных районов, использование воздушного транспорта в которых невыгодно или затруднено.

При создании новых и восстановлении существующих транспортных путей должны учитываться климатические условия северных широт и наличие вечной мерзлоты, в том числе, применяться материалы и конструкции, позволяющие круглогодично эксплуатировать транспортные пути. В развитии транспортной инфраструктуры также есть возможности оптимизации для зон с экстремальными климатическими условиями: технологии покрытия, позволяющие не только аккумулировать энергию, но и фильтровать окружающий дорогу воздух и очищать дорогу от вредных веществ с помощью технологии «фотокатализа», подогрев дорожного полотна при помощи электрического кабеля, получивший широкое распространение в Исландии и северной части Японии¹³, строительство сборных дорог из фабричных композитных плит, прошедшего тестирование в условиях экстремально холодных температур¹⁴. У этого проекта есть преимущества: вместе с плитами удобно прокладывать инженерные коммуникации, в несколько раз ускоряется процесс строительства, уменьшается нагрузка на несущую конструкцию дорог и эстакад, покрытие выдерживает температуру от -40 до +80 градусов, увеличивается долговечность и экологичность дорог¹⁵.

В связи с появлением угрозы глобального потепления встает вопрос о дальнейшей эксплуатации Северного Морского Пути. По прогнозам российских ученых таяние льдов сделает возможным увеличить срок судоходства по северным морям на 3-4 месяца в год [8].

Заключение

В настоящее время транспортная система исследуемых территорий не удовлетворяет современным требованиям к скоростям и мощности грузопассажирских перевозок, что влечет за собой негативные последствия в виде низкого качества жизни, оттока населения, экономических потерь, деградации территорий и отдельных объектов, социальной, культурной и транспортной изоляции существующих городов. Для исправления этой ситуации требуется модернизация существующей транспортно-логистической системы.

¹¹ Зайцев А.А. Контейнерный мост Санкт-Петербург-Москва на основе магнитной левитации // Магнитолевитационные транспортные системы и технологии. МТСТТ4: труды II Международной научной конференции / ПГУПС. СПб.: Международный центр научно-исследовательских проектов, 2014. С. 11-23.

¹² Зайцев А.А. Магнитолевитационный транспорт: ответ на вызовы времени // Транспортные системы и технологии. 2017. №3(1). С. 5-13. URL: <https://transssyst.ru/transssyst/article/download/7920/6348> (дата обращения: 27.02.2024).

¹³ Гронский Д. О способах борьбы с гололедицей на дорогах. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5090478> (дата обращения: 27.02.2024).

¹⁴ Композитные дорожные настилы для Арктики прошли испытания на Чукотке. URL: <https://arctic-russia.ru/news/kompozitnye-dorozhnye-nastily-dlya-arktiki-proshli-ispytaniya-na-chukotke/> (дата обращения: 27.02.2024).

¹⁵ Скижали-Вейс А. Футурологические прогнозы развития транспортной инфраструктуры будущего. URL: <https://ardexpert.ru/article/8393> (дата обращения: 18.12.2023).

Итогами переосмысления и доработки инфраструктуры арктической зоны России станет значительное повышение степени комплексности (взаимодополняемости) автомобильного и железнодорожного транспорта, развитие логистики с максимальным использованием выгод транзитного транспортно-географического положения района. Начнет развиваться туристический комплекс регионального и федерального значения.

При этом первоочередное, ключевое значение должно иметь формирование магистральных, преимущественно широтных связей в дополнение к сложившейся системе водного и воздушного транспорта. Создание этих связей снизит нагрузку с Транссибирской магистрали, свяжет Арктику с центральной частью России и позволит сформироваться устойчивой, равномерно распределенной транспортно-инженерной инфраструктуре. Особенное значение будут иметь железные дороги, которые являются универсальным средством массовой перевозки людей и грузов, хорошо комбинируются с водным и автомобильным транспортом при грузовых перевозках. При этом современные технологические возможности позволяют создавать железные и автомобильные дороги экологичными, всепогодными и устойчивыми к воздействию низких температур.

Современный транспорт является ёмким потребителем промышленной продукции и услуг в высокотехнологичных отраслях, а также стимулирует ускоренное развитие производств и исследований в таких областях как: химия, энергетика, машиностроение, системы связи, информационные технологии, робототехника. Следовательно, экономическая эффективность разработки новой транспортной системы в Арктике проявится в более широком контексте развития всего народного хозяйства страны. В процессе малые предприятия превратятся в реальный фактор быстрых инновационных структурных преобразований в экономике города, их доля в совокупном объеме ВВП района существенно возрастает.

Подводя итог следует отметить, что вероятными положительными последствиями развития транспортных систем на Севере станет демографический рост населения на прилегающих территориях (на первых этапах – миграционный, связанный с большими строительными программами и открытием новых рабочих мест для людей разной квалификации в различных областях экономики, затем – за счет сокращения смертности и роста рождаемости), экологическое развитие и возможности для межрегионального и международного взаимодействия, а применение инновационных транспортных технологий преобразует Арктику, повышая мобильность, безопасность, экологичность, создавая комфортную городскую среду.

Источники иллюстраций

Рис. 1-3, 5. Схема автора.

Рис. 4. Прохоров П. Арктический «шелковый» путь пройдет мимо России // Строительный портал новых технологий. URL:

https://www.rbc.ru/spb_sz/12/03/2018/5aa68a6c9a794752737189bc (дата обращения: 21.03.2024).

Список источников

1. Зеленина Л.И. Прогнозирование и последствия изменения климата Арктического региона / Л.И. Зеленина, С.И. Фелькушова // Арктика и Север. 2012. № 5. URL: <http://www.arcticandnorth.ru/upload/iblock/15c/9.pdf> (дата обращения: 20.12.2024).
2. Долинская И.М., Осьминина Т.С. Перспективные решения для создания новых и реконструкции существующих транспортно-коммуникационных связей в системах расселения, расположенных севернее параллели 66 градусов СШ (за Полярным кругом) / И.М. Долинская, Т.С. Осьминина // Universum. 2022. № 3(96). URL:

- <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/13304> (дата обращения: 13.02.2025). DOI: 10.32743/UniTech.2022.96.3.13304
3. Гриценко В.Н. История «мертвой дороги»: 501/503 историческая литература / В.Н. Гриценко, В. Калинин. Екатеринбург: Баско, 2010.
 4. Елисеев Д.О. Транспортная инфраструктура арктических регионов России в условиях деградации вечной мерзлоты / Д.О. Елисеев, Ю.В. Наумова // Экономика и бизнес: теория и практика. 2019. №10-1(56). С.113-118. URL: <http://economyandbusiness.ru/wp-content/uploads/2019/11/Ekonomika-i-biznes-10-1.pdf> (дата обращения: 20.01.2025). DOI: 10.24411/2411-0450-2019-11226
 5. Блинкин М.Я. Прогноз научно-технологического развития России: 2030. Транспортные и космические системы / М.Я. Блинкин, А.Ю. Гребенюк, О.В. Евсеев и др. под. ред. М.Я. Блинкина, Л.М. Гохберга. Москва, 2014. 40 с. URL: <https://prognoz2030.hse.ru/data/2014/07/24/1310810717/Transport.pdf> ISBN 978-5-9904918-4-7 (дата обращения: 20.12.2023).
 6. Захаров В.Н. Перспективные транспортные системы для развития Арктических и Северных территорий РФ / В.Н. Захаров, И.В. Зырянов, М.Л. Хазин и др. // Горная промышленность. 2016. № 4(128). 52 с. URL: <https://bik.sfu-kras.ru/elib/view?id=PRSV-gorp/2016/4-615970> (дата обращения: 18.01.2024).
 7. Замятина Н.Ю. Российская Арктика: К новому пониманию процессов освоения / Н.Ю. Замятина, А.Н. Пилясов. Москва: Ленанд, 2019. С. 395.
 8. Замятина Н.Ю. Новый подход к освоению северных и арктических территорий России: локальная транспортная система / Н.Ю. Замятина, А.Н. Пилясов // Проблемы развития территории. 2018. № 4(96). С. 26-41. DOI: 10.15838/ptd.2018.4.96.2
 9. Лукин Ю.Ф. Российская Арктика в изменяющемся мире: монография. Архангельск: САФУ, 2013. С. 280. URL: <https://narfu.ru/upload/medialibrary/865/rosssiyskaya-arktika-v-izm-mire-lukin-y.pdf> (дата обращения: 16.04.2024).
 10. Славин С.В. Промышленное и транспортное освоение Севера СССР. Москва: Экономиздат, 1961. 302 с.
 11. Тонкой И.В., Иншакова О.Ю. Стратегии расселения будущего России в контексте динамики тенденций освоения пространства в условиях глобализации / И.В. Тонкой, О.Ю. Иншакова // Architecture and Modern Information Technologies. 2020. №4(53). С. 266-280. URL: https://marhi.ru/AMIT/2020/4kvart20/PDF/16_tonkoy.pdf (дата обращения: 22.12.2023). DOI: 10.24411/1998-4839-2020-15316

References

1. Zelenina L.I., Felkushova S.I. Forecasting and the results of climatic changes in the Arctic region. The Arctic and the North, 2012, no. 5. Available at: <http://www.arcticandnorth.ru/upload/iblock/15c/9.pdf>
2. Dolinskaya I.M., Osminina T.S. The creation of the new and reconstruction of the existing transport and communication links in settlement systems located 66th parallel north (beyond the arctic circle) promising solutions. Universum: technical sciences: electron. scientific journal, 2022, no. 3(96). Available at: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/13304> DOI: 10.32743/UniTech.2022.96.3.13304
3. Gritsenko V.N., Kalinin V. *Istoriya «Mertvoj Dorogi»: 501/503 istoricheskaya literatura* [History of the «Dead Road»]. Yekaterinburg, 2010.

4. Eliseev D.O., Naumova Yu.V. Transport infrastructure of the arctic regions of Russia under conditions of permanent frozen degradation. *Economics and Business: theory and practice*, 2019, no.10-1(56), pp.113-118. Available at: <http://economyandbusiness.ru/wp-content/uploads/2019/11/Ekonomika-i-biznes-10-1.pdf> DOI: 10.24411/2411-0450-2019-11226
5. Blinkin M.Ya., Grebenyuk A.Yu., Evseev O.V., et al. *Prognoz nauchno-texnologicheskogo razvitiya Rossii: 2030. Transportny`e i kosmicheskie sistemy* [Forecast of scientific and technological development of Russia: 2030. Transport and space systems]. Moscow, 2014, 40 p. ISBN 978-5-9904918-4-7. Available at: <https://prognoz2030.hse.ru/data/2014/07/24/1310810717/Transport.pdf>
6. Zakharov V.N., Zyryanov I.V., Khazin M.L., et al. *Perspektivny`e transportny`e sistemy` dlya razvitiya Arkticheskix i Severny`x territorij RF* [Promising transportation systems for the development of arctic and northern territories of the Russian federation]. *Mining industry*, 2016, no.4(128),52. Available at: <https://bik.sfu-kras.ru/elib/view?id=PRSV-gorp/2016/4-615970>
7. Zamyatina N.Yu., Pilyasov A.N. *Rossiyskaya Arktika: K novomu ponimaniyu processov osvoeniya* [Russian Arctic: Towards a new understanding of development processes]. Moscow, 2019, p. 395.
8. Zamyatina N.Yu., Pilyasov A.N. *Novy`j podxod k osvoeniyu severny`x i arkticheskix territorij Rossii: lokal`naya transportnaya sistema* [A New Approach to the Development of the Northern and Arctic Territories of Russia: Local Transport System]. *Problems of Development of the Territory*, 2018, no.4(96), pp. 26-41. DOI: 10.15838/ptd.2018.4.96.2
9. Lukin Yu.F. *Rossiyskaya Arktika v izmenyayushhemsya mire* [The Russian Arctic in a changing world. Monograph]. Arkhangelsk, 2013, p. 280. Available at: <https://narfu.ru/upload/medialibrary/865/rosssiyskaya-arktika-v-izm-mire-lukin-y.pdf>
10. Slavin S.V. *Promy`shlennoe i transportnoe osvoenie Severa SSSR* [Industrial and transport development of the North of the USSR]. Moscow, 1961, 302 p.
11. Tonkoy I., Inshakova O. Strategies of Settlement of the Future of Russia in the Context of the Dynamics of Space Consideration Tendencies in the Conditions of Globalization. *Architecture and Modern Information Technologies*, 2020, no. 4(53), pp. 266–280. Available at: https://marhi.ru/AMIT/2020/4kvart20/PDF/16_tonkoy.pdf DOI: 10.24411/1998-4839-2020-15316

ОБ АВТОРЕ

Осьминина Таисия Сергеевна

Аспирант кафедры «Градостроительство», Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия
t.osminina@markhi.ru

ABOUT THE AUTHOR

Osmnina Taisiya S.

Postgraduate Student of the Department of Urban Planning, Moscow Architectural Institute (State Academy), Moscow, Russia
t.osminina@markhi.ru

Статья поступила в редакцию 30.01.2025; одобрена после рецензирования 05.03.2025; принята к публикации 07.03.2025.