УДК: 528.94 **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-2-27-102-113**

Т.С. Нокелайнен[1]

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ СЕЗОННОЙ АВТОТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА РОССИИ

АННОТАЦИЯ

Транспортная доступность является одной из основных категорий в исследованиях транспорта и планирования социально-экономического развития территорий. Для России, имеющей наибольшую площадь северных и арктических территорий, эта проблема особенно актуальна. Наличие и состояние сети автомобильных дорог определяет территориальную целостность и единство экономического пространства, выполняет важнейшую стратегическую задачу пространственной интеграции страны.

Автомобильный транспорт в Арктической зоне Российской Федерации развит слабо и характеризуется низкой густотой сети общего пользования. Основные его особенности — разобщённость сети автодорог, неоднородная степень транспортной освоенности территорий, заметная роль автозимников в дорожной инфраструктуре.

Неотъемлемой частью транспортной логистики арктических регионов России являются автозимники, позволяющие осуществлять перевозки в зимнее время года с наименьшими затратами. Целью настоящего исследования является разработка структуры базы данных и тематическое картографирование автомобильных дорог Арктической зоны Российской Федерации с учетом сезонности их эксплуатации.

В результате проведённых работ разработана классификация зимних автомобильных дорог и ледовых переправ арктических территорий и составлена обзорная карта «Сезонная автотранспортная доступность Арктического региона России» масштаба 1: 20 000 000. Карта демонстрирует контраст между относительно хорошей зимней транспортной освоенностью территории и летним бездорожьем.

На основе статистических материалов составлены карты «Плотность всесезонных автомобильных дорог» и «Уровень автомобилизации», дающие представление о дифференциации регионов Арктической зоны РФ по этим показателям. Достаточно высокий уровень автомобилизации значительно опережает возможности существующих дорог. Это объясняется тем, что внедорожный транспорт является единственным гарантом мобильности для жителей труднодоступных населённых пунктов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: тематическое картографирование, автомобильный транспорт, Арктическая зона Российской Федерации, зимние автомобильные дороги.

[1] Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, Региональный центр мировой системы данных, Ленинские горы, д. 1, 119991, Москва, Россия, *e-mail:* **nokelta@geogr.msu.su**

Tatiana S. Nokelaynen[1]

MAPPING OF SEASONAL ROAD TRANSPORT ACCESSIBILITY IN THE ARCTIC REGION OF RUSSIA

ABSTRACT

Transport accessibility is one of the main categories in transport research and planning of socio-economic development of territories. For Russia, which has the largest area of the northern and arctic territories, this problem is especially urgent. The presence and condition of the road network determines the territorial integrity and unity of the economic space, therefore fulfilling the most important strategic task of the spatial integration of the country.

Automobile transport in the Arctic zone of the Russian Federation is poorly developed and is characterized by a low density of the public network. Its main features are the disunity of the road network, the heterogeneous degree of transport development of the territories and the noticeable role of winter roads in the road infrastructure.

An integral part of the transport logistics of the Arctic regions of Russia are winter roads, which allow transportation in the winter season at the lowest cost. The purpose of this study is to develop a database structure and thematic mapping of automobile roads in the Arctic zone of the Russian Federation, taking into account the seasonality of their operation.

As a result of this work, a classification of winter automobile roads and ice crossings of the Arctic territories was developed and an overview map "Seasonal road transport accessibility of the Arctic region of Russia" at a scale of 1:20 000 000 was compiled. The map demonstrates the contrast between the relatively good winter transport development of the territory and summer impassability.

On the basis of statistical materials, maps "Density of all-season motorable roads" and "Level of motorization" were compiled, which give an idea of the differentiation of the regions of the Arctic zone of the Russian Federation by these indicators. A high level of motorization significantly exceeds the capacity of the existing roads. This is due to the fact that off-road transport is the only guarantor of mobility for the population of hard-to-reach settlements.

KEYWORDS: thematic mapping, road transport, the Arctic Zone of the Russian Federation, winter automobile roads.

ВВЕДЕНИЕ

Автомобильный транспорт в Арктической зоне Российской Федерации развит слабо и характеризуется низкой густотой сети общего пользования. Основные его особенности — разобщённость сети автодорог, неоднородная степень транспортной освоенности территорий, заметная роль автозимников в дорожной инфраструктуре.

Лимитирующими факторами транспортного освоения выступают различные зональные и азональные природные и социально-экономические факторы: климатические условия, рельеф, распространение мерзлотных явлений, дисперсная система расселения, недостаточный экономический потенциал территорий [*Неретин и др.,* 2019]. Ситуация усугубляется экстремальными природно-климатическими условиями, которые приводят к удорожанию стоимости строительства транспортных коммуникаций, высокой экологической уязвимости северных экосистем, снижению эффективности [Социально-экономическое…, 2019].

[1] Moscow State University named after M.V. Lomonosov, Faculty of Geography, Leninskie Gory 1, 119991, Moscow, Russia, *e-mail:* **nokelta@geogr.msu.su**

Одной из основных задач в сфере развития инфраструктуры Арктической зоны Российской Федерации является «обеспечение транспортной доступности населённых пунктов, не имеющих связи с сетью автомобильных дорог общего пользования» [Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года от 05.03.2020; http://www.scrf.gov.ru/security/economic/Arctic2035/].

Даже в европейской части Арктической зоны Российской Федерации сохранилось значительное число населённых пунктов, изолированных от магистральной транспортной сети и не имеющих доступа к базовым социальным услугам [*Бадина и др.,* 2020].

Транспортная доступность как экономико-географическая категория определяется в научной литературе различно: по отношению к транспортному комплексу как отраслевой показатель, к социальному развитию как фактор транспортной подвижности населения, к экономическому развитию как фактор эффективности хозяйственных связей [*Лавриненко и др.,* 2019].

Иногда этот термин максимально упрощается, и единственным критерием транспортной доступности становится сама возможность достижения того или иного пункта из данной точки.

Транспортную доступность можно оценивать различными способами (оценкой доли населения страны, проживающего в определенном радиусе доступности от данной точки, оценкой времени в пути до ключевых центров, показателями транспортной освоенности (обеспеченности) территории и т.д.) [Интегрированная…, 2018].

Для зонирования транспортных систем используются транспортное моделирование и геоинформационные системы. На основе топологического анализа и информации о перемещении автомобилей выявляется соответствие морфологии сети и фактического трафика, производится пространственный кластерный анализ, итогом которого служит проведение границ между полученными районами [*Crose et al.,* 2019].

Одним из основных показателей уровня транспортной освоенности территории является плотность сети автомобильных дорог (как правило, общего пользования), приходящихся на единицу площади. В целом по данному показателю районы Арктической зоны Российской Федерации занимают последние места в рейтинге регионов России [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/fimgAF33/Region_Pokaz_2020.pdf].

Относительно хорошая ситуация в автодорожной сфере характерна для Европейского Севера, имеющего круглогодичную связь с общероссийской системой дорог. В Мурманской и Архангельской областях обеспеченность связи населённых пунктов дорогами с твёрдым покрытием составляет 74 и 54.5 % соответственно. В Ненецком АО этот показатель гораздо скромнее — 14.3 % [Социально-экономическое…, 2019].

Общая протяжённость автомобильных дорог федерального значения на территории Арктической зоны РФ – 729,5 километра [Серова и др., 2019]. Магистральные автомобильные дороги выходят в арктическую зону только на порты Мурманск (Р–21 «Кола») и Архангельск (М-8 «Холмогоры»).

Федеральные дороги являются наиболее совершенными в техническом отношении, имеют обширный район тяготения и обслуживают широкий спектр транспортных связей — от внутрихозяйственных до международных.

На границе Российской Федерации в пределах Мурманской области функционируют 3 постоянно действующих международных автомобильных пропускных пункта (МАПП): Лотта и Сала (Финляндия), Борисоглебский (Норвегия); на территории Карелии (Лоухский район): Суоперя (Финляндия).

Также имеются дороги с твёрдым покрытием в Ненецком автономном округе, но отсутствует выход на автодорожную сеть России.

Сеть автодорог на востоке Арктической зоны РФ представлена, в основном, дорогами местного значения. Протяжённость дорог с твёрдым покрытием растёт очень медленно, в основном за счёт технологических дорог вдоль трубопроводов. Сезонные трассы (полевые, лесные, автозимники, тракторные) имеют серьёзные ограничения по виду и срокам эксплуатации.

Отсутствие в восточном секторе Арктики сухопутного транспортного сообщения с остальной частью страны обуславливает многозвенность и безальтернативность схем транспортного обслуживания [*Серова и др.,* 2019].

Согласно Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации на период до 2035 года, завершение строительства федеральной дороги Колыма – Омсукчан – Омолон – Анадырь к 2030 году создаст постоянную автомобильную связь Чукотского автономного округа с дорожной сетью Российской Федерации [http://kremlin.ru/acts/bank/45972/page/4].

Наличие автодороги с возможностью круглогодичного использования резко повышает транспортную доступность территории и способствует переходу пассажиров с воздушного на более доступные (с точки зрения затрат на поездку) виды транспорта: личный автомобильный, автобусный и рейсы частных перевозчиков [*Неретин и др.,* 2019].

Большинство автодорог в арктических районах – **зимники**, которые используются там, где строительство регулярных путей сообщения технически сложно или экономически нецелесообразно. Они являются неотъемлемой частью логистической цепи региона [*Куклина и др.,* 2018].

Всего в России ежегодно прокладывают более 28 тысяч км зимников. В сезон 2019–2020 годов были официально открыты 174 такие дороги [www.rosdornii.ru/news]. Для сравнения: федеральная сеть асфальтовых дорог общего пользования в стране составляет более 50 тысяч км.

В Арктической зоне Российской Федерации находится самый длинный морской зимник в мире. Его протяжённость – 120 км, и проложен он по Восточно-Сибирскому морю между городом Певек и чукотским селом Айон [https://arctic-russia.ru/article/ arkticheskaya-doroga-zhizni/].

Самая северная ледовая переправа находится на Таймыре – через пролив Карского моря соединяет посёлок Диксон с одноимённым островом, где расположен аэропорт, обеспечивающий жизнедеятельность посёлка, арктических экспедиций и полярных станций. Ледовая переправа длиной 5,6 км и шириной 20 м работает с ноября по июнь [https://portnews.ru/news/287716/].

В 2020 году впервые введен в действие национальный стандарт ГОСТ Р 58948 – 2020 «Дороги автомобильные общего пользования. Дороги автомобильные зимние и ледовые переправы. Технические правила устройства и содержания».

Новый стандарт устанавливает технические правила устройства зимних автомобильных дорог (автозимников) и ледовых переправ в климатических условиях северных территорий и Заполярья Российской Федерации с устойчивыми низкими температурами и их эксплуатации в зимний период в течение пяти-шести месяцев в году. Появление «арктических стандартов» значительно ускорит внедрение перспективных технологий в арктической зоне.

Традиционные методы строительства зимников наносят экологический ущерб растительному покрову тундры. В последние годы разработана технология прокладки зимников, при которой снег с дороги прогревается и спрессовывается в снеголедяной слой – будущее полотно проезжей части дороги. При этом не происходит срыва верхнего слоя грунта и уничтожения мохово-растительного покрова [https://ardexpert.ru/article/5072].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для решения целого ряда проблем, сложившихся при освоении Арктического региона России, необходим пространственный анализ и комплексная картографическая оценка современной транспортной ситуации.

Целью настоящего исследования является разработка базы данных и тематическое картографирование автомобильных дорог Арктической зоны Российской Федерации с учетом сезонности их эксплуатации.

Информационной основой для создания карт послужила пространственная база данных автомобильного транспорта Атласной информационной системы устойчивого развития России, создаваемой на географическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова. Система содержит разнообразные ресурсы, позволяющие моделировать, визуализировать и проводить всесторонний анализ устойчивости природной, экономической и социально-демографической ситуации в России и в её регионах [*Тикунов и др.,* 2014; *Губанов и др.,* 2020].

Транспортный раздел системы включает в себя обширную пространственно-временную базу данных, разработанную с учётом опыта проектирования баз геоданных этой тематики [*Butler,* 2008].

Тематическое картографирование автомобильного транспорта России на основе сформированной базы данных реализовано при участии автора в ряде проектов федерального уровня:

- в Экологическом атласе России;
- в Атласе природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций на территории Российской Федерации;
- в Национальном атласе России;
- в Атласе социально-экономического развития России.

Также на основе этой базы данных были проведены работы по картографированию транспортной инфраструктуры Арктической зоны Российской Федерации:

- в Атласе «Российская Арктика в XXI веке: природные условия и риски освоения»;
- в Атласе «Российская Арктика: Пространство. Время. Ресурсы».

При создании карт реализован комплексный метод картографирования, учитывающий природно-экологические, технологические и транспортно-экономические характеристики автомобильного транспорта.

Для «Экологического атласа России» разработана карта воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду (1:20 000 000). Основными критериями оценки степени загрязнения территории вдоль дорог послужили интенсивность движения автотранспорта и виды транспортируемых грузов (выделены 4 категории). Площадное загрязнение характеризуется показом на карте степени вероятного автотранспортного загрязнения территорий с различной густотой автомобильных дорог. Густота автодорожной сети показана на карте способом изолиний с послойной окраской (8 ступеней) [Экологический…, 2002; *Nokelaynen,* 2015].

В «Атласе природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций на территории Российской Федерации» оценивается подверженность автомобильной инфраструктуры воздействию природных источников чрезвычайных ситуаций. Фон карты показывает вероятное число опасных природных явлений, способных вызвать чрезвычайные ситуации на дорогах – размыв, разрушение, занос полотна, обрыв контактных линий [Атлас…, 2010].

На карте «Транспортная доступность Москвы на автомобильном транспорте» из тома «Население. Экономика» Национального атласа России способом изохрон с

послойной окраской даётся количественная оценка этого показателя (в часах) для всей территории России. Для создания этой карты проведено ГИС-моделирование с использованием базы данных автомобильных дорог. Масштаб карты – 1:15 000 000. [Национальный…, 2008].

Для Атласа социально-экономического развития России разработаны карты динамики перевозок грузов и пассажиров автомобильным транспортом [Атлас социально-экономического…, 2009].

Для Атласа «Российская Арктика: Пространство. Время. Ресурсы» (2019) разработаны сюжеты и темы, раскрывающие основные особенности транспортного освоения Арктической зоны Российской Федерации.

На картах раздела «Инфраструктура» дается разнообразная характеристика функционирования транспортной системы – ледовые условия морского судоходства, сроки навигации и гарантированные глубины арктических рек, техническое состояние сети аэродромов, охват спутниковых систем связи, наличие электронных навигационных карт и т.п. Показаны перспективные арктические проекты формирования сети автомобильных и железных дорог, создания современных объектов логистики [Российская…, 2019; *Нокелайнен,* 2019].

Карты раздела показывают многоаспектное влияние транспорта на социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации. Прежде всего, это система жизнеобеспечения удаленных регионов (северный завоз), а также инфраструктура обслуживания населения.

Именно комплексный подход при картографировании даёт возможность получить целостное впечатление о транспортной доступности арктических регионов – сезонность работы водных путей сообщения компенсируется в ряде случаев зимними автомобильными дорогами или ледовыми автозимниками; наличием инфраструктуры всесезонного воздушного транспорта. Оптимизация сочетания использования разных видов транспорта в разные сезоны имеет здесь колоссальное практическое значение.

Картографирование автотранспортной инфраструктуры Российской Арктики с помощью геоинформационного программного продукта ArcGIS включало в себя следующие этапы:

- Обновление базы пространственных данных современной сети автомобильных дорог Арктической зоны Российской Федерации;
- Создание базы пространственных данных сезонных дорог (зимних автомобильных дорог, ледовых автозимников, ледовых переправ);
- Формирование тематической базы данных сезонных дорог и ледовых переправ Арктической зоны Российской Федерации;
- Разработка классификаций и оценочных показателей, выбор условных обозначений;
- Составление тематических карт «Сезонная автотранспортная доступность Арктического региона России» (масштаб – 1:20 000 000), «Плотность всесезонных автомобильных дорог» (1:30 000 000), «Уровень автомобилизации» (1:30 000 000).

Основными источниками для работы послужили: официальная статистическая информация Федеральной службы государственной статистики [http://www.gks.ru], материалы Министерства транспорта России [https://www.mintrans.ru], многочисленные картографические и литературные источники, опубликованные в различных изданиях. Использована информация с официального сайта Госкомиссии по развитию Арктики [http://arctic.gov.ru], материалы официальных сайтов транспортных компаний арктических регионов России [https://karta.yanao.ru/eks/zimnik; http://дорогиарктики.рф/161019-2 и др.].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведённых исследований создана тематическая база данных и разработаны обзорные карты автотранспортной инфраструктуры Арктической зоны Российской Федерации с учетом сезонности эксплуатации дорог.

Разработана классификация зимних автомобильных дорог и ледовых переправ арктических территорий.

Зимняя автомобильная дорога (автозимник) – это сезонная автомобильная дорога, состоящая из конструктивных элементов, предназначенных для движения транспортных средств, с покрытием проезжей части изо льда, уплотнённого снега и льда или проложенная по замёрзшему льду рек и озёр [ГОСТ Р 58948–2020, статья 3.2].

Автозимники классифицируются по значению (федеральные, региональные или межмуниципальные, местные); по принадлежности (государственные, частные автозимники); по категориям в зависимости от технических параметров.

Также автозимники подразделяются по периодичности эксплуатации (регулярные, временные, разового пользования); по продолжительности использования (обычные, с продленным сроком эксплуатации); по расположению на местности (сухопутные и ледовые).

Ледовые переправы классифицируются по протяжённости (малые, средние и большие); по продолжительности эксплуатации (регулярные, разового пользования).

Классификация зимних автомобильных дорог по категориям (I, II, III) в зависимости от технических параметров составлена в соответствии с ГОСТ Р 58948–2020 и представлена на рис. 1 (рис. 1).

Параметры автозимников	Значение параметра в зависимости от категории		
	I	II	III
Число полос движения	2	2	2
Ширина полосы движения, м	4.0	3.5	3.0
Ширина проезжей части, м	8.0	7.0	6.0
Ширина обочины, м	2.0	1.5	1.5
Ширина полотна автозимника, м	12.0	10.0	9.0
Основная расчетная скорость, км/ч	70	60	50
Грузонапряженность, нетто в год	более 100 000	50 000 - 100 000	менее 50 000
Интенсивность движения, авт/сутки	более 500	150 - 500	менее 150

Рис. 1. Классификация зимних автомобильных дорог
Fig. 1. Winter automobile roads classification

Специальное тематическое содержание карты «Сезонная автотранспортная доступность Арктического региона России» масштаба 1:20 000 000 включает автомобильные дороги (с классификацией по значению), главные сезонные автодороги (автозимники), железные дороги и судоходные реки. Фоновая нагрузка карты даёт характеристику густоты сети автомобильных дорог, показанную способом изолиний с послойной окраской (6 ступеней). Карта представлена на рис. 2 (рис. 2).

С помощью разработанной автором методики показатель густоты сети смоделирован для всей территории России по крупномасштабным картографическим материалам [*Nokelaynen,* 2015]. Конкретные количественные характеристики изолиний густоты позволили провести районирование территории по этому показателю и существенно детализировать, приблизив к реальной, картину автотранспортной освоенности России.

Рис. 2. Карта «Сезонная автотранспортная доступность Арктической зоны Российской Федерации», масштаб 1:20 000 000
Fig. 2. Map "Seasonal road transport accessibility of the Arctic Zone of the Russian Federation", scale 1:20 000 000

На карте показаны автомобильные дороги всесезонного использования, обеспечивающие круглогодичную связь Арктической зоны Российской Федерации с общероссийской сетью дорог (4 градации). Федеральные дороги являются наиболее совершенными в техническом отношении и обслуживают широкий спектр транспортных связей – от внутрихозяйственных до международных.

Неотъемлемой частью транспортной логистики Арктического региона России являются автозимники, позволяющие осуществлять перевозки в зимнее время года с наименьшими затратами. На карте показаны локальные и очаговые сети главных сезонных автодорог, а также их выходы на федеральные трассы.

Карта демонстрирует контраст между относительно хорошей зимней транспортной освоенностью территории и летним бездорожьем.

Классическим и самым распространённым способом оценки транспортной освоенности территории является её расчёт на основе стандартных статистических данных. Одним из основных показателей уровня транспортной освоенности территории является плотность сети автомобильных дорог, приходящихся на единицу площади.

На карте «Плотность всесезонных автомобильных дорог» масштаба 1:30 000 000 способом картограммы показана плотность автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием регионов Арктической зоны Российской Федерации. Карта представлена на рис. 3.

Составленная на основе статистических материалов, карта дает представление о дифференциации регионов Арктической зоны РФ по этому показателю.

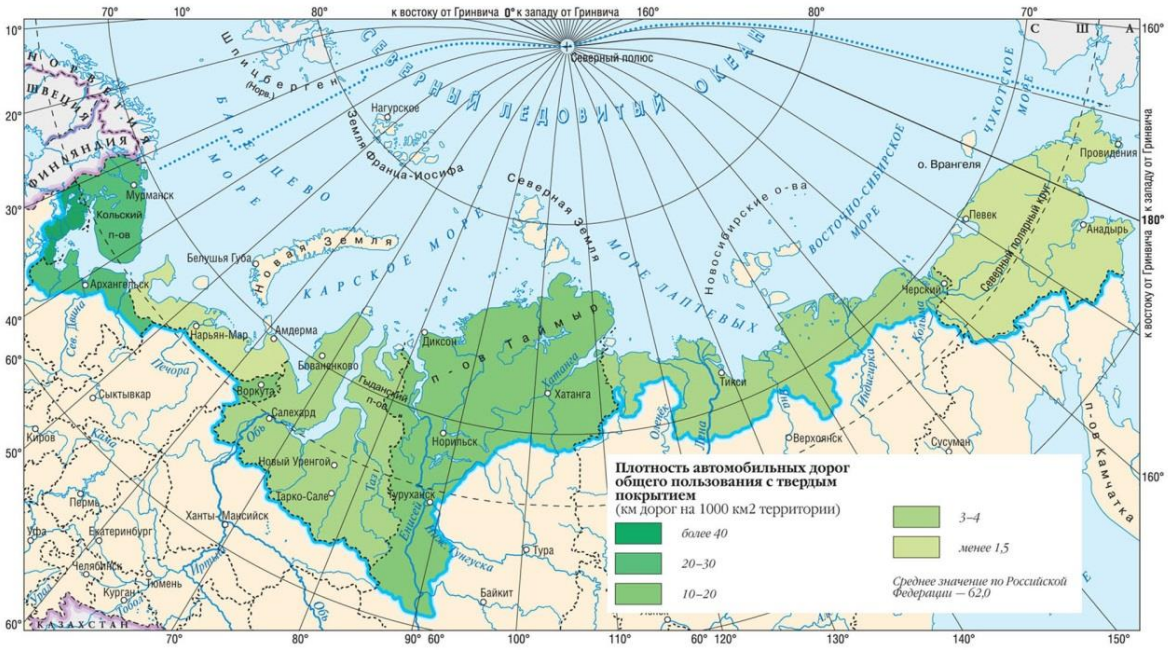

Рис. 3. Карта «Плотность всесезонных автомобильных дорог», масштаб 1:30 000 000
Fig. 3. Map "Density of all-season motorable roads", scale 1:30 000 000

На карте «Уровень автомобилизации» масштаба 1:30 000 000 способом картограммы показано число собственных автомобилей на 1000 человек населения регионов Арктической зоны Российской Федерации. Карта представлена на рис. 4.

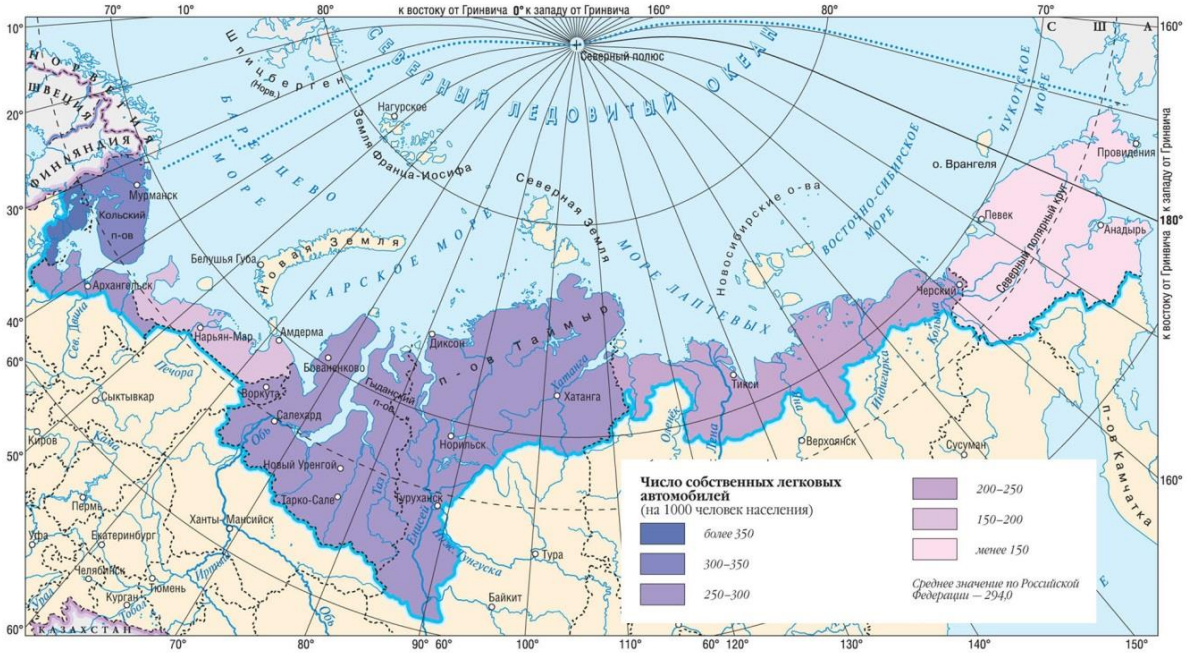

Рис. 4. Карта «Уровень автомобилизации», масштаб 1:30 000 000
Fig. 4. Map "Level of motorization", scale 1:30 000 000

Достаточно высокий уровень автомобилизации значительно опережает возможности существующих дорог. Это объясняется тем, что внедорожный транспорт является единственным гарантом мобильности для жителей труднодоступных населённых пунктов.

Так, изучая локальные транспортные системы удалённых территорий Сибири и Дальнего Востока, сделан вывод, что «в этой зоне не случайно возникают парадоксы лучшей джиповой оснащённости населения при худшей плотности автомобильных дорог России». Революция автомобильности в последние десятилетия, которая радикальным образом изменила образ жизни людей, прежде всего, их зимнюю мобильность — базируется на массовом использовании мощных внедорожников, кроссоверов, способных к рискованному движению по местным грунтовым дорогам летом и по зимникам в экстремальные холода [*Пилясов и др.,* 2019].

ВЫВОДЫ

Транспортная доступность является одной из основных категорий в исследованиях транспорта и планирования социально-экономического развития территорий. Для России, имеющей наибольшую площадь северных и арктических территорий, эта проблема особенно актуальна. Наличие и состояние сети автомобильных дорог определяет территориальную целостность и единство экономического пространства, выполняет важнейшую стратегическую задачу пространственной интеграции страны.

Крайне важную коммуникационную роль в Арктическом регионе России играют автозимники. Повышение уровня автомобилизации привело к росту именно зимней мобильности жителей труднодоступных населённых пунктов.

Создание тематических карт с помощью ГИС-технологий позволяет оценить сложившуюся сеть дорог круглогодичного и сезонного использования, как ключевых элементов, формирующих автотранспортную доступность Арктической зоны Российской Федерации.

Разработанные для этой территории тематическая база данных и обзорные карты могут служить существенной частью системы для принятия ответственных решений по модернизации инфраструктуры автодорожного комплекса; для обеспечения устойчивого развития и безопасного функционирования автомобильных дорог.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций на территории Российской Федерации. М.: Дизайн. Информация. Картография, 2010. 696 с.
2. Атлас социально-экономического развития России. М.: Картография, 2009. 215 с.
3. *Бадина С.В., Панкратов А.А., Янков К.В.* Проблемы транспортной доступности изолированных населённых пунктов европейского сектора Арктической зоны России: ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: Материалы Междунар. конф. М.: Издательство Московского университета, 2020. Т. 26. Ч. 1. С. 305–317. DOI: 10.35595/2414-9179-2020-1-26-305-317.
4. *Губанов М.Н., Нокелайнен Т.С., Рыльский И.А.* Картографирование трубопроводного транспорта углеводородов арктического региона России: ИнтерКарто. ИнтерГИС Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: Материалы Междунар. конф. М.: Издательство Московского университета, 2020. Т. 26. Ч. 1. С. 105–115. DOI 10.35595/2414-9179-2020-1-26-105-115.
5. Интегрированная транспортная система. М.: Центр стратегических разработок, 2018. 278 с.

6. *Куклина В.В., Осипова М.Е.* Роль зимников в обеспечении транспортной доступности арктических и субарктических районов Республики Саха (Якутия). Общество. Среда. Развитие, 2018. № 2. С. 107–112.
7. *Лавриненко П.А., Ромашина А.А., Степанов П.С., Чистяков П.А.* Транспортная доступность как индикатор развития региона. Проблемы прогнозирования, 2019. № 6. С. 136–146.
8. Национальный атлас России. Т. 3. Население. Экономика. М.: Роскартография, 2008. 495 с.
9. *Неретин А.С., Зотова М.В., Ломакина А.И., Тархов С.А.* Транспортная связность и освоенность восточных регионов России. Известия РАН. Серия географическая, 2019. №6. С. 35–52. DOI: 10.31857/S2587-55662019635-52.
10. *Нокелайнен Т.С.* Картографирование условий навигации арктических рек России. ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий. Материалы Междунар. конф. М.: Издательство Московского университета, 2019. Т. 25. Ч. 2. С. 175–185. DOI: 10.35595/2414-9179-2019-2-25-175-185.
11. *Пилясов А.Н., Замятина Н.Ю., Гончаров Р.В.* Без мобильности нет креативности: антропология транспорта Сибири и Дальнего Востока. Пространственная Экономика, 2019. Т. 15. № 4. С. 149–183. DOI 10.14530/se.2019.4.149-183.
12. Российская Арктика в XXI веке: природные условия и риски освоения. Атлас. М.: Феория, 2013. 143 с.
13. Российская Арктика. Пространство, время, ресурсы: атлас. ПАО «НК «Роснефть». М.: Фонд «НИР», Феория, 2019. 796 с.
14. *Серова Н.А., Серова В.А.* Основные тенденции развития транспортной инфраструктуры российской Арктики. Арктика и Север, 2019. № 36. С. 42–56. DOI: 10.17238/issn2221-2698.2019.36.42.
15. Социально-экономическое развитие северо-арктических территорий России. Апатиты: Кольский научный центр Российской академии наук, 2019. 119 с.
16. *Тикунов В.С., Губанов М.Н., Карпович Л.Л., Киселева Н.М., Котова Т.В., Масленникова В.В., Нокелайнен Т.С., Тальская Н.Н.* Новые обзорные карты России и мира. Геодезия и картография, 2014. № 6. С. 40–49.
17. Экологический атлас России. М.: Карта, 2002. 128 с.
18. *Butler J.A.* Designing geodatabases for transportation. Redlands. Calif.: ESRI Press, 2008. 461 p.
19. *Crose A.I., Musolino G., Rindone C., Vitetta A.* Transport system models and big data: zoning and graph building with traditional surveys. FCD and GIS. ISPRS Int. J. Geo-Inf., 2019. V. 8. No 4. P. 187–204. DOI: 10.3390/ijgi8040187.
20. *Nokelaynen T.S.* GIS-mapping of the environmental impacts of road transport in Russia. ИнтерКарто. ИнтерГИС, 2015. V. 21. P. 97–99. DOI 10.24057/2414-9179-2015-1-21-97-99.

REFERENCES

1. Atlas of natural and technological hazards and risks of emergencies in the territory of the Russian Federation. Dizajn. Informaciya. Kartografiya, Moscow, 2010. 696 p. (in Russian).
2. Atlas of the socio-economic development of Russia. Moscow, Mapping production association “Kartografija”, 2009. 215 p. (in Russian).
3. *Badina S.V., Pankratov A.A., Yankov K.V.* Transport accessibility problems of the isolated settlements in Russian European Arctic zone: InterCarto. InterGIS. GI support of sustainable development of territories: Proceedings of the International conference. Moscow: Moscow University Press, 2020. V. 26. Part 1. P. 305–317. DOI: 10.35595/2414-9179-2020-1-26-305-317 (in Russian).

4. *Butler J.A.* Designing geodatabases for transportation. Redlands. Calif.: ESRI Press, 2008. 461 p.
5. *Crose A.I., Musolino G., Rindone C., Vitetta A.* Transport system models and big data: zoning and graph building with traditional surveys, FCD and GIS. ISPRS Int. J. Geo-Inf., 2019. V. 8. No 4. P. 187–204. DOI: 10.3390/ijgi8040187.
6. Ecological Atlas of Russia. Moscow: Karta, 2002. 128 p. (in Russian).
7. *Gubanov M.N., Nokelaynen T.S., Rilskiy I.A.* Mapping of hydrocarbons pipeline transportation in the Arctic Region of Russia: InterCarto. InterGIS. GI support of sustainable development of territories: Proceedings of the International conference. Moscow: Moscow University Press, 2020. V. 26. Part 1. P. 105–115. DOI: 10.35595/2414-9179-2020-1-26-105-115 (in Russian).
8. Integrated transport system. Moscow: Center for strategic research, 2018. 278 p. (in Russian).
9. *Kuklina V.V., Osipova M.E.* The role of winter roads in provision of transportation accessibility for the Arctic and Northern districts of the Republic of Sakha (Yakutia). Society. Environment. Development, 2018. No 2. P. 107–112 (in Russian).
10. *Lavrinenko P.A., Romashina A.A., Stepanov P.S., Chistyakov P.A.* Transport accessibility as an indicator of regional development Studies on Russian Economic Development, 2019. T. 30. No 6. P. 694–701 (in Russian).
11. *Neretin A.S., Zotova M.V., Lomakina A.I., Tarkhov S.A.* Transport connection and development of the eastern regions of Russia. Izvestiya Rossiiskoi akademii nauk. Seriya geograficheskaya, 2019. No 6. P. 35–52. (in Russian). DOI: 10.31857/S2587-55662019635-52.
12. *Nokelaynen T.S.* GIS-mapping of the environmental impacts of road transport in Russia. InterCarto. InterGIS, 2015. V. 21. P. 97–99. DOI 10.24057/2414-9179-2015-1-21-97-99.
13. *Nokelaynen T.S.* Mapping the navigation conditions of Arctic rivers of Russia. InterCarto. InterGIS. GI support of sustainable development of territories: Proceedings of the International conference. Moscow: Moscow University Press, 2019. V. 25. Part 2. P. 175–185. DOI: 10.35595/2414-9179-2019-2-25-175-185 (in Russian).
14. *Pilyasov A.N., Zamyatina N.Y., Goncharov R.V.* There is no creativity without mobility: anthropology of transport in Siberia and the Far East. Prostranstvennaya Ekonomika. Spatial Economics, 2019. V. 15. No 4. P. 149–183. DOI 10.14530/se.2019.4.149-183 (in Russian).
15. Russian Arctic: Space. Time. Resources. Atlas. Rosneft. Moscow: NIR Foundation, “Feoria”, 2019. 796 p. (in Russian).
16. *Serova N.A., Serova V.A.* Critical tendencies of the transport infrastructure development in the Russian Arctic. Arctic and North, 2019. No 36. P. 42–56. DOI: 10.17238/issn2221-2698.2019.36.42 (in Russian).
17. Socio-economic development of the north-arctic territories of Russia. Apatity: Kola science centre of the Russian academy of sciences, 2019. 119 p. (in Russian).
18. The National atlas of Russia. V. 3. Population. Economy. Moscow: Roskartografiya, 2008. 495 p. (in Russian).
19. The Russian Arctic in the 21ST century: nature conditions and risks of the development. Atlas. Moscow: Feoria, 2013. 143 p. (in Russian).
20. *Tikunov V.S., Gubanov M.N., Karpovich L.L., Kiseleva N.M., Kotova T.V., Maslennikova V.V., Nokelaynen T.S., Talskaya N.N.* New overview maps of Russia and of the world. Geodesy and cartography. 2014. No 6. P. 40–49 (in Russian).