

УДК: 528.94

DOI: 10.35595/2414-9179-2020-1-26-105-115

М.Н. Губанов¹, Т.С. Нокелайнен², И.А. Рыльский³

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА УГЛЕВОДОРОДОВ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА РОССИИ

АННОТАЦИЯ

Трубопроводный транспорт занимает ключевое место в инфраструктуре нефтегазового комплекса Арктической зоны Российской Федерации. Он является самым эффективным видом транспортировки углеводородов и в настоящее время доминирует по объёмам грузовых перевозок в Российской Арктике. Среди недостатков этого вида транспорта можно выделить очень высокую стоимость капиталовложений при строительстве, а также угрозу нанесения ущерба природе региона. Альтернативный вариант транспортировки углеводородов, добываемых в Арктическом регионе России — вывоз нефти, сжиженного газа и газового конденсата морскими танкерами.

Для решения целого ряда проблем, сложившихся при освоении арктических ресурсов углеводородов, необходим пространственный анализ и комплексная картографическая оценка современной транспортной ситуации.

В результате проведённых исследований создана серия обзорных тематических карт транспортной инфраструктуры нефтегазового комплекса Российской Арктики (масштаб 1: 20 000 000). Реализован комплексный метод картографирования, учитывающий природно-экологические, технологические и транспортно-экономические характеристики трубопроводного транспорта. Разработаны оценочные и прогнозные показатели. Тематическое содержание включает: ресурсный потенциал отрасли; центры добычи, хранения, переработки нефти и газа; сеть магистральных трубопроводов с классификацией по числу ниток и диаметру труб; современные маршруты доставки и перспективные потоки углеводородов; степень воздействия на объекты нефтегазового комплекса опасных природных процессов и явлений.

Разработанные карты позволяют объективно оценить состояние трубопроводного транспорта углеводородов Арктического региона России и могут служить существенной частью системы для принятия ответственных решений по модернизации инфраструктуры нефтегазового комплекса для обеспечения устойчивого развития и безопасного функционирования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: тематическое картографирование, трубопроводный транспорт, Арктический регион России

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, Ленинские горы, д. 1, 119991, Москва, Россия; *e-mail*: lpn@geogr.msu.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, Ленинские горы, д. 1, 119991, Москва, Россия; *e-mail*: nokelta@geogr.msu.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, Ленинские горы, д. 1, 119991, Москва, Россия; *e-mail*: rilskiy@mail.ru

Mikhail N. Gubanov¹, Tatiana S. Nokelaynen², Ilya A. Rilskiy³

MAPPING OF HYDROCARBONS PIPELINE TRANSPORTATION IN THE ARCTIC REGION OF RUSSIA

ABSTRACT

Pipeline transport plays a key role in the infrastructure of the oil and gas complex in the Arctic zone of the Russian Federation. It is the most efficient type of hydrocarbon transportation and currently dominates in terms of freight traffic in the Russian Arctic. Among the shortcomings of this type of transport, one can single out a very high cost of investment in construction, as well as the threat of damage to the nature of the region. An alternative option for transporting hydrocarbons produced in the Arctic region of Russia is the export of oil, liquefied gas and gas condensate by sea tankers.

To solve a number of problems that have arisen during the exploitation of the Arctic hydrocarbon resources, spatial analysis and an integrated cartographic assessment of the current transport situation are necessary.

As a result of the research, a series of thematic maps of the transport infrastructure of the oil and gas complex of the Russian Arctic was created (scale 1: 20 000 000). An integrated mapping method has been implemented that takes into account the environmental, technological, transport and economic characteristics of pipeline transport. Assessment and forecast indicators were developed. Thematic content includes: resource potential of the industry; centers for the extraction, storage and processing of oil and gas; network of trunk pipelines with classification according to the number of branches and the diameter of the pipes; existing and potential hydrocarbons delivery routes; the degree of impact of hazardous natural processes and phenomena on the components of the oil and gas complex.

The developed maps make it possible to objectively assess the state of the pipeline transport of hydrocarbons in the Arctic region of Russia and can serve as an essential part of the system for making responsible decisions on modernizing the infrastructure of the oil and gas complex to ensure sustainable development and safe operation.

KEYWORDS: thematic mapping, pipeline transport, the Arctic region of Russia

ВВЕДЕНИЕ

Транспортно-инфраструктурный комплекс занимает ключевое место в развитии Арктической зоны Российской Федерации. Он включает в себя трассы Северного морского пути, наземные и речные коммуникации, трубопроводный комплекс, воздушную полярную сеть, системы связи и безопасности.

Трубопроводный транспорт является самым эффективным видом транспортировки углеводородов и в настоящее время доминирует по объёмам грузовых перевозок в Российской Арктике (грузооборот более 400 млн т / год) [Кондратов, 2017]. Среди недостатков этого вида транспорта можно выделить очень высокую стоимость капиталовложений при строительстве, а также угрозу нанесения ущерба природе региона. Альтернативный вариант транспортировки углеводородов, добываемых в Арктическом регионе России — вывоз нефти, сжиженного газа и газового конденсата морскими танкерами.

¹ Moscow State University named after M.V. Lomonosov, Faculty of Geography, Leninskie Gory, 1, 119991, Moscow, Russia; *e-mail*: lpm@geogr.msu.ru

² Moscow State University named after M.V. Lomonosov, Faculty of Geography, Leninskie Gory, 1, 119991, Moscow, Russia; *e-mail*: nokelta@geogr.msu.ru

³ Moscow State University named after M.V. Lomonosov, Faculty of Geography, Leninskie Gory, 1, 119991, Moscow, Russia; *e-mail*: rilskiy@mail.ru

Согласно оценке Министерства природных ресурсов Российской Федерации, запасы нефти российской арктической зоны оцениваются в 7,3 млрд т, конденсата — 2,7 млрд т, природного газа — около 55 трлн м³ [http://www.mnr.gov.ru/press/news/proizvedena_otsenka_zapasov_poleznykh_iskopaemykh_za_2018_god/]. Это около 65 % мировых потенциальных ресурсов углеводородного сырья или 2/3 от всех запасов, разрабатываемых в мире в настоящее время. Наибольшим потенциалом обладает Ямало-Ненецкий автономный округ, на который приходится примерно 43,5 % от начальных суммарных ресурсов арктической зоны.

В 1967 г. был построен первый в российской Арктике магистральный газопровод Мессояха – Норильск (длиной 263 км и диаметром 500 мм). С 1980 г. магистральными трубопроводами осуществляется транспортировка нефти и газа из Ямало-Ненецкого автономного округа; с 1993 г. — нефти, добываемой в Ненецком автономном округе [Транспортно-инфраструктурный потенциал..., 2013].

Магистральный трубопроводный транспорт представляется Единой газотранспортной системой ПАО «Газпром» (в основном по природному газу) и Единой нефтетранспортной системой ПАО «Транснефть». Магистральные трубопроводы, построенные в Арктике, работают преимущественно в южном и западном направлениях.

Возможны два варианта транспортировки углеводородов, добываемых в Арктическом регионе (на побережье и шельфе Баренцева и Печорского морей, на полуостровах Гыданский и Ямал, на шельфе Карского моря):

- строительство трубопроводов и подключение их к действующей магистральной сети;
- вывоз нефти, сжиженного газа и газового конденсата морскими танкерами.

Во втором варианте основным направлением развития трубопроводного транспорта является строительство местных промысловых трубопроводов от нефтегазовых месторождений к пунктам рейдовой и причальной загрузки речных и морских танкеров. В 2000 г. была закончена прокладка нефтепровода к отгрузочному терминалу Варандей от Тимано-Печорских месторождений. Две нитки уникального подводного магистрального нефтепровода проложены по дну Печорского моря. Они соединяют расположенный на берегу резервуарный парк «Варандей» со стационарным морским отгрузочным причалом, расположенным в 22 км от берега. Диаметр трубопровода составляет 820 мм, общая длина — 47 км [Клепиков, 2017].

Подобная отгрузочная инфраструктура создаётся и для Новопортовского месторождения на Ямале. Нефтеналивной терминал «Ворота Арктики» мощностью до 8,5 млн т / год расположен в акватории Обской губы на расстоянии 3,5 км от берега. От месторождения до побережья проложен нефтепровод (протяжённостью более 100 км, мощностью 600 тыс. т / год). В 2017 г. на месторождении было добыто 5,95 млн т нефти; проектная пиковая добыча нефти составляет 8 млн т н.э. (<http://www.gazprom-neft.ru>).

С началом эксплуатации газовых месторождений Ямала основным видом транспортировки стал газопровод Бованенково – Ухта – Торжок. В январе 2017 г. введён в эксплуатацию магистральный газопровод «Бованенково – Ухта-2» (1260 км). Одновременно заработали новые цеха на компрессорных станциях «Байдарацкая» и «Интинская» (мощностью 192 МВт). По газопроводу газ поставляется в северо-западный регион страны для газификации и газоснабжения отечественных потребителей, а также для дальнейшего экспорта в Европу (<http://www.transneft.ru/>).

С 2009 г. нефть с Ванкорского месторождения ПАО «НК «Роснефть» начала поступать в систему нефтепровода Восточная Сибирь – Тихий океан (<http://www.rosneft.ru/>). В северной части трассы Ванкор – Пурпе (216 км), в зоне распространения вечной мерзлоты, труба прокладывалась надземным способом. В южной части трассы (327 км) нефтепровод укладывался в траншею. Инфраструктура Ванкора состоит из более 400 км внутривидовых трубопроводов, 120 км автомобильных дорог, более 1 400 км линий электропередач.

В трубопроводную систему Ямала входит нефтепровод Сузун – Ванкор, построенный ООО «РН-Ванкор». По нему нефть с Сузунского месторождения поступает в трубопровод Ванкор – Пурпе.

В 2017 г. введён в эксплуатацию нефтепровод Заполярье – Пурпе (488 км) (<http://www.rosneft.ru/>). Мощность трубопровода — до 45 млн т нефти в год. Объект является частью трубопроводной системы Заполярье – Пурпе – Самотлор.

Продолжается совместная работа «Газпромнефти» и «Роснефти» на Мессояхских месторождениях на Гыданском полуострове. Для вывоза добытой нефти строится нефтепровод для соединения с магистральным нефтепроводом Заполярье – Пурпе.

В европейской части Российской Арктики продолжается активная разработка и разведка нефтегазовых месторождений на территории Ненецкого автономного округа. Основным нефтедобывающим предприятием ПАО «НК «Роснефть» в этой части Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции является её дочерняя компания «РН-Северная нефть». Добытая здесь нефть выводится в магистральный нефтепровод («Транснефть») Усинск – Ярославль. Нефть через собственную перевалочную базу (станция Приводино) транспортируется железной дорогой до Архангельска, откуда на танкерах-челноках доставляется на танкер-накопитель в район Мурманска. Далее крупнотоннажными танкерами нефть экспортируется в Европу. Такая схема экспортных поставок позволяет решить вопрос дефицита трубопроводных мощностей северо-запада России (<https://nordoil.rosneft.ru/>).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для решения целого ряда проблем, сложившихся при освоении арктических ресурсов углеводородов, необходим пространственный анализ и комплексная картографическая оценка современной транспортной ситуации.

Целью настоящего исследования является разработка содержания и создание обзорных карт транспортной инфраструктуры нефтегазового комплекса Российской Арктики.

Информационной основой для картографирования послужила пространственная база данных трубопроводного транспорта Атласной информационной системы «Устойчивое развитие России» [Горлов и др., 2012].

Атласная информационная система устойчивого развития России, создаваемая на географическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова, содержит разнообразные ресурсы, позволяющие моделировать, визуализировать и проводить всесторонний анализ устойчивости природной, экономической и социально-демографической ситуации в России и её регионах. При этом анализируется не только современное состояние картографируемых процессов и явлений, но и динамика их развития, а Россия рассматривается как составная часть единой глобальной системы [Тикунов и др., 2014; Baburin et al., 2018].

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

База данных трубопроводного транспорта России состоит из следующих блоков тематической информации:

1. Ретроспективный блок — история развития и рост сети трубопроводов России, даты ввода в эксплуатацию.
2. Природно-экологический блок — ресурсный потенциал нефтегазовой отрасли, месторождения нефти и газа, техногенная нагрузка трубопроводного транспорта России на природную среду, вероятность опасных природных явлений для магистральных трубопроводов.
3. Транспортно-экономический блок — техническое оснащение и показатели работы трубопроводного транспорта России, перекачивающие и компрессорные станции, перерабатывающие предприятия и хранилища, терминалы по наливу нефти и нефтепродуктов и т.д.

4. Перспективный блок — проекты развития сети трубопроводного транспорта (строящиеся и проектируемые линии, проекты транспортировки углеводородов и т.д.).

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

- в Экологическом атласе России;
- в Федеральном атласе «Природные ресурсы и экология»;
- в Атласе природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций на территории Российской Федерации;
- в Национальном атласе России;
- в Атласе социально-экономического развития России;
- на карте для высших учебных заведений «Нефтяная и газовая промышленность России» масштаба 1: 4 000 000.

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».

Для «Экологического атласа России» разработаны карты: «Опасность воздействия нефтепроводного транспорта», «Газопроводный транспорт» (1: 20 000 000). Опасность нефтепроводов оценивается исходя из факторов выноса и деградации углеводородов в почвах. Карты содержат информацию о числе ниток трубопроводов, диаметре труб, размещении объектов инфраструктуры [Экологический атлас..., 2002].

В «Атласе природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций на территории Российской Федерации» объекты трубопроводного транспорта рассматриваются как потенциальная угроза окружающей среде. Такая информация представлена на картах «Подверженность трубопроводного транспорта воздействию природных источников чрезвычайных ситуаций» (1: 15 000 000), «Опасность и риск чрезвычайных ситуаций на объектах нефтеперерабатывающей и газодобывающей промышленности» (1: 20 000 000) [Атлас..., 2010].

На карте «Воздействие нефтепроводного и газопроводного транспорта» из 2-го тома Национального атласа России даётся качественная оценка экологического воздействия на окружающую среду, сформированная на основе таких критериев, как диаметр труб, число ниток и рабочее давление трубопроводов [Национальный атлас..., 2008].

Карта «Нефтяная и газовая промышленность России» для высших учебных заведений масштаба 1: 4 000 000 даёт детальную информацию о действующих, строящихся и проектируемых трубопроводах [Горлов и др., 2012].

Для «Экологического атласа России» [2017] разработана карта «Воздействие на трубопроводный транспорт опасных природных явлений и процессов» (1: 20 000 000).

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» даётся 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 Арктика..., 2019; Ноке-лайн, 2019].

Карты раздела показывают многоаспектное влияние транспорта на социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации. Прежде всего, это система

жизнеобеспечения удалённых регионов (северный завоз), а также инфраструктура обслуживания населения. Важной теме обеспечения безопасности населения и территории посвящён разворот «Система МЧС в Российской Арктике».

Представленные сюжеты и темы раскрывают основные особенности транспортного освоения Арктической зоны Российской Федерации.

Особое внимание в Атласе уделено развитию инфраструктуры нефтегазового комплекса, транспортному обеспечению освоения арктических месторождений, маршрутам поставки российских углеводородов на мировые рынки.

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

- обновление базы пространственных данных современной сети трубопроводов Арктической зоны Российской Федерации;

- формирование тематической базы данных трубопроводного транспорта Арктического региона России (число ниток, диаметр труб, рабочее давление, вид транспортируемого продукта, величина грузовых перевозок и т.д.) и объектов инфраструктуры (компрессорные станции, головные станции по перекачке нефти, газоперерабатывающие и нефтеперерабатывающие заводы, наливные терминалы, эксплуатируемые месторождения нефти и природного газа и т.д.);

- создание эколого-географической базы данных (нефтегазоносные провинции континентальной части Арктической зоны России и основные нефтегазоносные области Арктического шельфа России, опасные природные явления и процессы, пункты налива и слива нефти и нефтепродуктов на железнодорожном и водном транспорте и т.д.);

- разработка классификаций и оценочных показателей, выбор условных обозначений и составление тематических карт.

Основными источниками для работы послужили: официальная статистическая информация Федеральной службы государственной статистики (<http://www.gks.ru>), данные Министерства природных ресурсов Российской Федерации (www.mnr.gov.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 нефтегазовых компаний России (www.gazprom-neft.ru; www.transneft.ru; www.rosneft.ru).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведённых исследований создана тематическая база данных транспортной инфраструктуры нефтегазового комплекса Арктической зоны Российской Федерации и разработаны обзорные карты транспортировки углеводородов.

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

Специальное тематическое содержание карты «Инфраструктура нефтегазового комплекса Арктического региона России» масштаба 1: 20 000 000 включает: ресурсный потенциал отрасли; центры добычи, хранения, переработки нефти и газа; сеть магистральных трубопроводов с классификацией по числу ниток и диаметру труб (авторы карты М.Н. Губанов, Т.С. Нокелайнен). Фрагмент карты и легенды представлен на рис. 1.

Комплексное содержание карты достаточно детально отражает сырьевую базу отрасли. Фоновая нагрузка карты даёт характеристику территорий и акваторий Российской Арктики по плотности начальных суммарных извлекаемых ресурсов углеводородов (I, II, III, IV категории). Кроме того, выделены перспективные нефтегазоносные территории и

акватории с качественной оценкой ресурсов, а также не оценённые глубоководные акватории.

Показываются все основные нефтяные, газовые и нефтегазовые месторождения, перерабатывающие предприятия. Центры добычи нефти и газа арктического региона России удалены на значительные расстояния от мест их переработки и потребления. Карта показывает существующую сеть магистральных трубопроводов, по которой углеводороды доставляются в другие регионы страны и на экспорт.

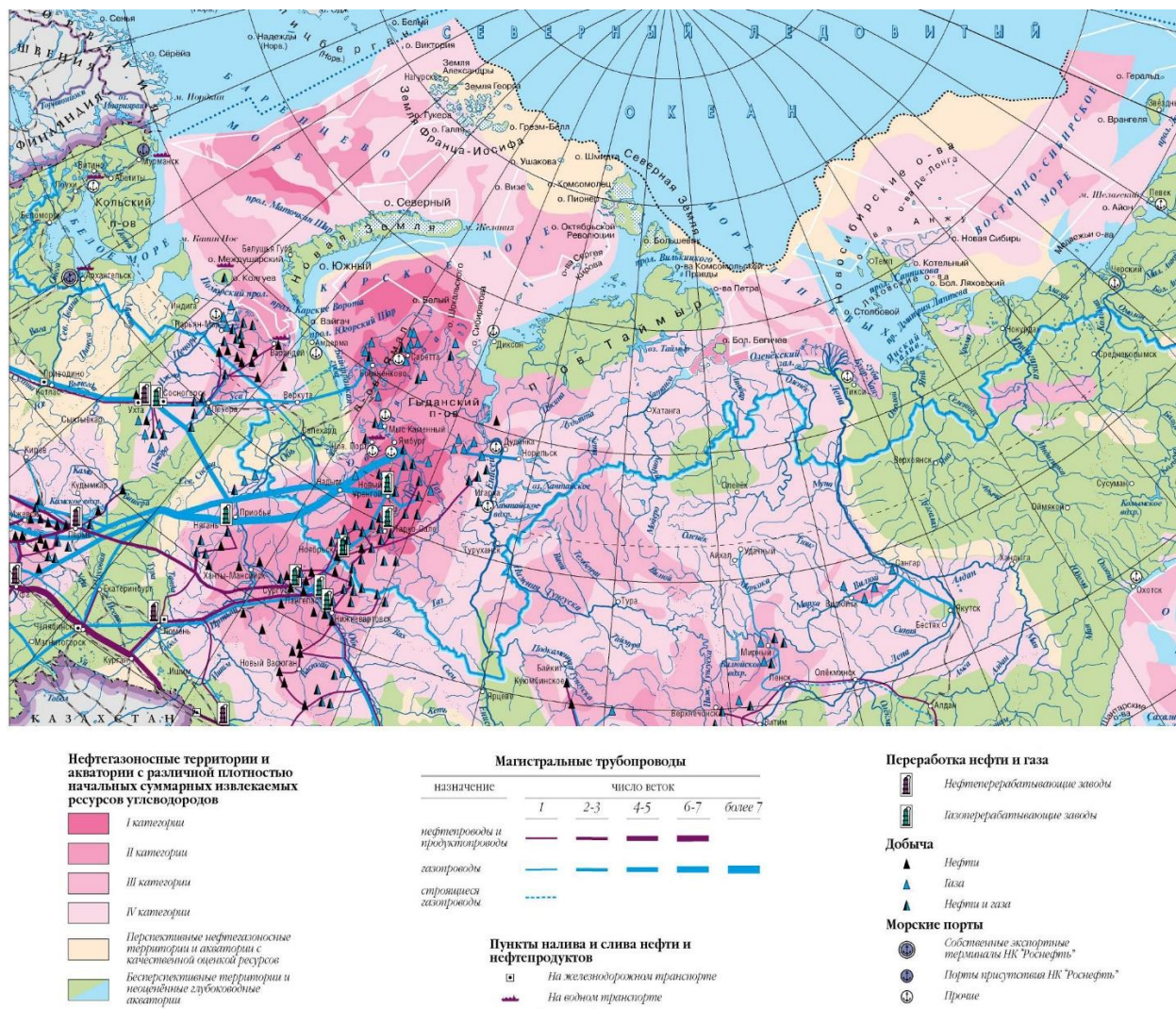


Рис. 1. Карта «Инфраструктура нефтегазового комплекса Арктического региона России», масштаб 1: 20 000 000 (фрагмент карты и легенды)
 Fig. 1. Map "Infrastructure of the oil and gas complex of the Arctic region of Russia", scale 1: 20 000 000 (fragment of map and legend)

Трубопроводы классифицируются по виду транспортируемого продукта (газ, сырая нефть и нефтепродукты) и по числу ниток. Цветом линейного знака на карте выделяются газопроводы, нефтепроводы и продуктопроводы.

Шириной линейного знака показываются 5 градаций газопроводов: 1 нитка, 2–3 нитки, 4–5 ниток, 6–7 ниток, более 7 ниток в одном направлении. Нефтепроводы и продуктопроводы подразделяются по числу ниток на 4 градации: 1 нитка, 2–3 нитки, 4–5

ниток, 6 и более ниток трубопроводов. Показ числа ниток трубопроводов позволяет представить относительные объёмы потоков нефти и газа по различным направлениям.

Карта дополнена специальными знаками пунктов налива и слива нефти и нефтепродуктов на железнодорожном и водном транспорте. Эти объекты имеют повышенную вероятность возникновения экологически опасных ситуаций.

Альтернативный вариант транспортировки углеводородов, добываемых в Арктическом регионе России — вывоз нефти, сжиженного газа и газового конденсата морскими танкерами.

Тематическое содержание карты «Маршруты транспортировки углеводородов, добываемых в Арктическом регионе России» масштаба 1: 30 000 000 включает: потенциальные извлекаемые ресурсы в недрах морей Российской Арктики; современные и перспективные потоки нефти, сжиженного газа и газового конденсата (авторы карты В.Л. Бабурин, Т.С. Нокелайнен). Легенда карты представлена на рис. 2.

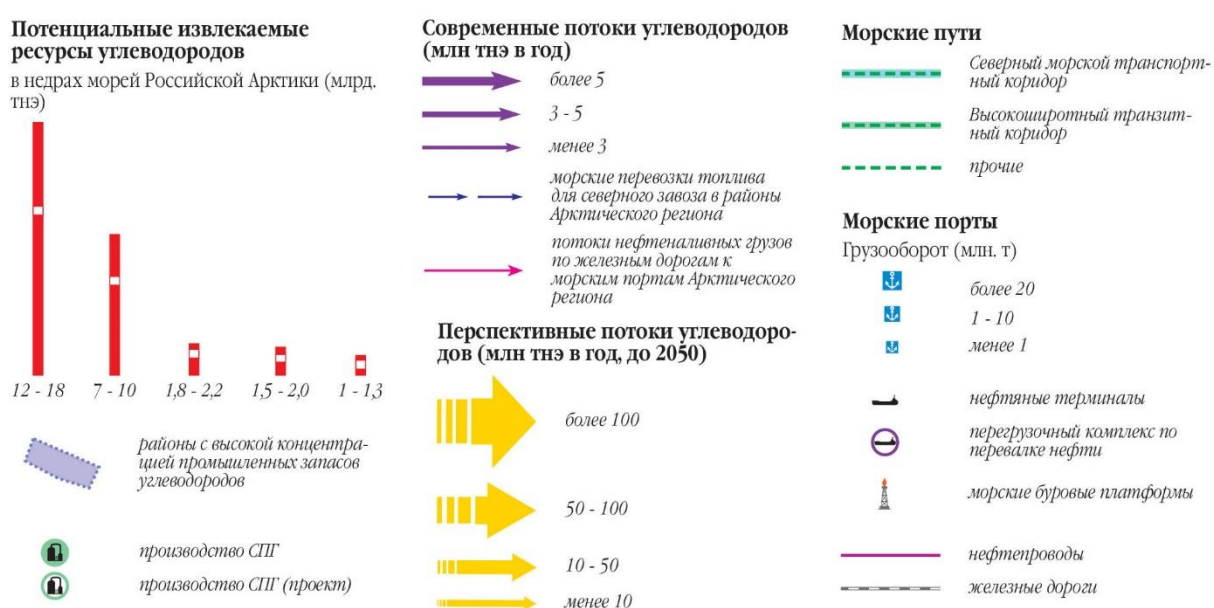


Рис. 2. Легенда карты «Маршруты транспортировки углеводородов, добываемых в Арктическом регионе России», масштаб 1: 30 000 000
 Fig. 2. The legend of the map "Routes of transportation of hydrocarbons produced in the Arctic region of Russia", scale 1: 30 000 000

На карте выделены районы арктического шельфа с высокой концентрацией промышленных запасов углеводородов; показаны морские буровые платформы, нефтяные терминалы, перегрузочные комплексы по перевалке нефти, действующие и проектируемые заводы по производству сжиженного природного газа.

Специальными знаками на карте показаны потоки нефтеналивных грузов по железным дорогам к морским портам Арктического региона России.

Содержание карты «Воздействие на трубопроводный транспорт опасных природных явлений и процессов» (1: 20 000 000) включает в себя комплексную характеристику трубопроводной сети и оценку подверженности основных её объектов воздействию природных источников чрезвычайных ситуаций (автор Т.С. Нокелайнен). На рис. 3 представлена легенда карты.



Рис. 3. Легенда карты «Воздействие на трубопроводный транспорт опасных природных явлений и процессов», масштаб 1: 20 000 000
 Fig. 3. The legend of the map “Impact of hazardous natural phenomena and processes on pipeline transport”, scale 1: 20 000 000

Фон карты показывает вероятное число опасных природных явлений, способных вызвать чрезвычайные ситуации на трубопроводах — разрыв, подмыв нефте- и газопроводов. В комплексном показателе учтены следующие опасные природные процессы и явления: наводнения, землетрясения, снежные лавины, селовые потоки, деформации вечномёрзлого грунта. Карта наглядно показывает, какие трубопроводы пересекают опасные территории, подвергаются повышенному риску и нуждаются в дополнительной защите.

Совместное изображение размещения трубопроводной сети и вероятности опасных природных явлений позволяет анализировать обстановку, прогнозировать и предупреждать чрезвычайные ситуации.

ВЫВОДЫ

Создание тематических карт с помощью ГИС-технологий позволяют объективно оценить современное состояние трубопроводного транспорта Арктического региона России.

Разработанные для этой территории тематическая база данных и обзорные карты могут служить существенной частью системы для принятия ответственных решений по

модернизации инфраструктуры нефтегазового комплекса, для обеспечения устойчивого развития и безопасного функционирования трубопроводного транспорта углеводородов.

Все результаты картографирования существуют в среде ArcGIS, что даёт возможность проводить многослойный анализ созданных тематических слоёв. Они открыты для редактирования и преобразования в новые карты, а также для оперативного обновления атрибутивной базы данных.

Перспективы научно-исследовательских работ в области геоинформационных технологий и ГИС-картографирования трубопроводного транспорта состоят в следующем:

- создание целевых ГИС для решения задач моделирования дальнейшего развития и реконструкции транспортных трубопроводных систем, расчёта возможности и ликвидации последствий ЧС и т.п.;
- разработка новых ГИС-технологий и методик (автоматизированного трассирования трубопроводов с учётом факторов географической среды; совместного использования методов лазерного сканирования и космических съёмок для мониторинга объектов нефтегазового комплекса);
- создание тематических атласных информационных систем для поддержки принятия управленческих решений (при организации транспортного процесса и взаимодействия между видами транспорта, при освоении процессов экологически щадящего строительства — например, магистралей различного назначения в едином транспортном коридоре).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций на территории Российской Федерации. М.: ИПЦ «Дизайн. Информация. Картография», 2010. 696 с.
2. Атлас социально-экономического развития России. М.: Производственное картосоставительское объединение «Картография», 2009. 215 с.
3. Горлов В.Н., Губанов М.Н., Тикунов В.С. Первая карта нефтяной и газовой промышленности России для высших учебных заведений: географический и геоинформационный аспекты. ИнтерКарто. ИнтерГИС. Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт: Материалы Междунар. конф. Смоленск: Издательство «Принт АП», 2012. С. 251–255.
4. Клепиков В.П. Развитие российской логистической инфраструктуры экспорта нефтеналивных грузов. Транспорт: наука, техника, управление, 2017. № 6. С. 42–49.
5. Кондратов Н.А. Особенности развития транспортной инфраструктуры в Арктической зоне России. Географический вестник, 2017. № 4 (43). С. 68–80. DOI:10.17072/2079-7877-2017-4-68-80.
6. Национальный атлас России. Т. 2. Природа. Экология. М.: Роскартография, 2007. 495 с.
7. 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.
8. Природные ресурсы и экология. Федеральный атлас. М.: НИА-Природа, 2003. 280 с.
9. Российская Арктика в XXI веке: природные условия и риски освоения. Атлас. М.: Феория, 2013. 143 с.
10. Российская Арктика. Пространство, время, ресурсы. Атлас. Научное издание. М.: Иннопрактика, 2019. 800 с.
11. Тикунов В.С., Губанов М.Н., Карнович 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.

12. Транспортно-инфраструктурный потенциал Российской Арктики. Апатиты: Издательство Кольского научного центра РАН, 2013. 279 с.
13. Экологический атлас России. М.: Карта, 2002. 128 с.
14. Экологический атлас России. М.: Феория, 2017. 510 с.
15. Baburin V.L., Tikunov V.S., Badina S.V., Chereshnia O.U. The assessment of socio-economic potential density of Arctic territories in Russia. *Regional Science Inquiry*, 2018. V. 10. No 2. P. 37–44.
16. Butler J.A. *Designing geodatabases for transportation*. Redlands, California: ESRI Press, 2008. 461 p.

REFERENCES

1. Atlas of natural and technological hazards and risks of emergencies in the territory of the Russian Federation. Moscow: PPC “Design. Information. Cartography”, 2010. 696 p. (in Russian).
2. Atlas of the socio-economic development of Russia. Moscow: Mapping production association “Cartography”, 2009. 215 p. (in Russian).
3. Baburin V.L., Tikunov V.S., Badina S.V., Chereshnia O.U. The assessment of socio-economic potential density of Arctic territories in Russia. *Regional Science Inquiry*, 2018. V. 10. No 2. P. 37–44.
4. Butler J.A. *Designing geodatabases for transportation*. Redlands, California: ESRI Press, 2008. 461 p.
5. Ecological Atlas of Russia. Moscow: Karta, 2002. 128 p. (in Russian).
6. Ecological Atlas of Russia. Moscow: Theoria, 2017. 510 p. (in Russian).
7. Gorlov V.N., Gubanov M.N., Tikunov V.S. The first map of the oil and gas industry of Russia for higher education institutions: geography and GIS-based aspects. *InterCarto. InterGIS. Sustainable development of territories: GIS theory and practice: Proceedings of the International conference. Smolensk: “Print AP”, 2012. P. 251–255 (in Russian, abs English).*
8. Klepikov V.P. Development of logistics infrastructure of the Russian export of oil cargo. *Transport: science, equipment, management. Scientific information collection*, 2017. No 6. P. 42–49 (in Russian).
9. Kondratov N.A. Development of transport infrastructure in the Arctic zone of Russia. *Geographical bulletin*, 2017. No 4 (43). P. 68–80. DOI:10.17072/2079-7877-2017-4-68-80 (in Russian).
10. Natural resources and the environment. Federal Atlas. Moscow: NIA-Priroda, 2003. 280 p. (in Russian).
11. 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, abs English).*
12. Russian Arctic: Space. Time. Resources. Atlas. Scientific publication. Moscow: Innopraktika, 2019. 800 p. (in Russian).
13. The National Atlas of Russia. V. 2. Nature. Ecology. Moscow: Roscartography, 2007. 495 p. (in Russian).
14. The Russian Arctic in the 21st century: nature conditions and risks of the development. Atlas. Moscow: Theoria, 2013. 143 p. (in Russian).
15. 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).
16. Transport-infrastructural capacity of the Russian Arctic. Apatity: Publishing House of the Kola Science Center RAS, 2013. 279 p. (in Russian).