

Т.С. Нокелайнен<sup>1</sup>

## КАРТОГРАФИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ НАВИГАЦИИ АРКТИЧЕСКИХ РЕК РОССИИ

### АННОТАЦИЯ

Внутренний водный транспорт является основным участником грузовых перевозок в Арктической зоне Российской Федерации. Этому способствуют следующие факторы: меридиональное направление течения главных сибирских рек, позволяющее связать между собой Транссибирскую железнодорожную магистраль и Северный морской путь; разветвлённая система рек, обеспечивающая доступ по притокам к самым удалённым местам; относительная дешевизна массовых грузовых перевозок; минимальное воздействие на окружающую среду. При этом условия судоходства в Арктике очень различаются и зависят от ряда природных факторов и технического состояния инфраструктуры водных путей.

В результате проведённого исследования разработано содержание и создана обзорная тематическая карта условий навигации арктических рек России (масштаб 1:20 000 000). Реализован комплексный метод картографирования, учитывающий природные условия, техническое состояние и информационное обеспечение судоходства. Тематическое содержание карты включает: ледовые условия речного судоходства; продолжительность навигационного периода, сроки начала и окончания навигации (по среднемноголетним данным); гарантированные глубины судового хода; покрытие водных путей электронными навигационными картами.

Разработанная карта позволяет объективно оценить современные условия судоходства на арктических реках России и может служить существенной частью системы для принятия ответственных решений по модернизации инфраструктуры речного транспорта для обеспечения устойчивого и безопасного функционирования в интересах региональной экономики, транзитных перевозок и северного завоза грузов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** тематическое картографирование, внутренний водный транспорт, Арктическая зона России

Tatiana S. Nokelaynen<sup>1</sup>

## MAPPING THE NAVIGATION CONDITIONS OF ARCTIC RIVERS OF RUSSIA

### ABSTRACT

Inland waterway transport plays a crucial role in ensuring the delivery of goods to the Arctic zone of the Russian Federation and exporting the natural resources that are being exploited in the region to the domestic and foreign markets. This is facilitated by the following factors: the meridional direction of flow of the largest Siberian rivers, which allows them to serve as links between the Trans-Siberian Railway and the Northern Sea Route; a ramified system of river tributaries providing access to the most remote locations; the relative cheapness of bulk shipments and a low

---

<sup>1</sup> Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, Географический факультет, Региональный центр мировой системы данных, Ленинские горы, д. 1, 119991, Москва, Россия, *e-mail: nokelta@geogr.msu.ru*

<sup>1</sup> M.V. Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, World Data Center for Geography, Moscow, 119991, Russia, *e-mail: nokelta@geogr.msu.ru*

environmental impact. However, the navigation conditions in the Arctic vary significantly depending on the local natural environment and the technical conditions of the waterway infrastructure.

As a result of the study, an overview map of the navigation conditions of the Russian Arctic rivers was created in the scale 1: 20 000 000. A comprehensive approach has been implemented, taking into account natural conditions, technical equipment and information support levels of navigation. The thematic content of the map includes: ice conditions, the duration of the navigation period, the start and end dates of navigation (based on the long-term annual average); guaranteed depth of passage; availability of the digital nautical charts.

The developed map allows an objective assessment of the current navigation conditions on the Russian Arctic rivers and can serve as an essential part of the system for making responsible decisions for modernisation of the river transport infrastructure to ensure sustainable and safe operation in the interests of the regional economy, transit transport and northern cargo delivery.

**KEYWORDS:** thematic mapping, inland waterway transport, Russian Arctic

## **ВВЕДЕНИЕ**

Речной транспорт является основным участником грузовых перевозок в Арктической зоне Российской Федерации. Этому способствуют следующие факторы [Внутренние..., 2018]:

- меридиональное направление течения главных сибирских рек, позволяющее связать между собой Транссибирскую железнодорожную магистраль и Северный морской путь;
- разветвлённая система рек, обеспечивающая доступ по притокам к самым удалённым местам;
- относительная дешевизна массовых грузовых перевозок.

Кроме того, водный транспорт – один из наиболее экологически безопасных видов транспорта [Nokelaunen, 2018].

Использование речного транспорта в Арктической зоне ограничивают:

- сезонный характер работы;
- экстремальные и изменчивые метеоусловия, не позволяющие обеспечить регулярность и стабильность перевозок;
- несовпадение сроков действия речных и морских навигаций;
- большие расстояния перевозок;
- длительное пребывание грузов в пути с 2–4 перевалками, увеличивающими расходы по заводу грузов (перевозка, хранение, перегрузочные работы и так далее) [Внутренние..., 2018].

Общая протяжённость внутренних водных путей с обозначенными габаритами судового хода в пределах Арктической зоны России превышает 52 000 км. Протяжённость речных путей, доступных для судов малого флота составляет около 70 000 км (<http://arctic.gov.ru>).

### **Грузовые и пассажирские перевозки**

Для освоения месторождений нефти и газа в Западной Сибири и развития горнодобывающей промышленности Восточной Сибири в 1965–1990 годах была создана высокоэффективная система речного транспорта. Максимальный объём арктических речных перевозок был достигнут в 1989 году – 14,47 млн тонн (завезено 13,57 млн тонн, вывезено 0,9 млн тонн) [Башмакова и др., 2013].

В районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности в 2016 году внутренним водным транспортом отправлено 18,5 млн тонн грузов (108,6 % к уровню 2015 года). В 2017 году было отправлено на 6 % меньше грузов (17,4 млн тонн) (рис. 1). Завоз жизненно важных грузов по государственному заказу составил 1,671 млн тонн (уголь – 0,617 млн тонн, нефтепродукты – 0,591 млн тонн) (<http://www.morflot.ru>).



Рис. 1. Динамика грузовых перевозок внутренним водным транспортом в районы Крайнего Севера (2010–2017 годы)

Fig. 1. Freight traffic on inland waterways to the Far North (2010–2017)

Основная номенклатура перевозимых грузов – это минерально-строительные материалы (песок, гравий, щебень и другие), лесные грузы, нефть и нефтепродукты, каменный уголь, зерно.

Обслуживающие Арктическую зону Российской Федерации речные пароходства акционированы. Крупнейшим из них является ОАО «Енисейское речное пароходство». Объёмы перевозок составляют около 3,5 млн тонн различных грузов с общим грузооборотом 3,0–3,2 млн ткм. Основными потребителями услуг являются ПАО «ГМК Норильский никель» и АО «Ванкорнефть» (<https://www.e-river.ru>).

Пассажи́рское сообще́ние, ранее очень развитое, имеет тенденцию к сокращению [Филатов и др., 2017].

На территории Арктической зоны Российской Федерации в настоящее время функционируют 8 речных портов общего пользования. Порты Архангельск, Лабытнанги и Салехард открыты для захода иностранных судов. Грузооборот главных портов составляет 100–200 тыс тонн в год<sup>1</sup>. Прибытие грузов вдвое превышает отправление, что связано со спецификой экономики северного региона.

Внутренние водные пути должны рассматриваться и в аспекте развития туризма. В последние годы практически в каждом арктическом регионе интенсивно развиваются различные виды туризма, в том числе водного. Спокойные горные реки Полярного Урала – Сыня, Войкар, Танью, Кара, Щучья идеально подходят для несложных сплавов на

<sup>1</sup> Транспорт и связь в России // Статистический сборник Федеральной службы государственной статистики. Электронный ресурс: [http://www.gks.ru/free\\_doc/doc\\_2016/transp-sv16.pdf](http://www.gks.ru/free_doc/doc_2016/transp-sv16.pdf) (дата обращения 20.04.2018)

надувных лодках и байдарках. Порожистые участки реки Сось привлекают экстремальных туристов. В Ненецком автономном округе пользуются популярностью сплавы на каяках и рафтинг по реке Печора и горным рекам региона ([www.arctic-info.ru/news/turizm](http://www.arctic-info.ru/news/turizm)).

### **Навигационный период**

На реках Арктической зоны Российской Федерации плавание речных и морских судов осуществляется только в ограниченный период с момента очищения устьевых участков рек ото льда весной и до осеннего ледостава.

Ледостав в среднем устанавливается на реках азиатской части в середине октября, на реках европейской территории арктической зоны – к концу октября. Среднеквадратическое отклонение осенних сроков ледовых явлений составляет для Карелии и южного побережья Белого моря 13–15 суток, для низовьев рек севера европейской территории – 10–12, для рек Западной Сибири – 6–8, для остальной территории – 3–5 суток. На реках Северо-Востока период ледостава заканчивается в среднем в первой декаде июня, на реках арктической части Средней и Западной Сибири – в конце мая и на реках Кольского полуострова – в середине мая [Фролова и др., 2018].

Для характеристики периода, когда возможна летняя навигация, то есть река свободна ото льда, используется продолжительность физической навигации. Продолжительность этого периода в целом уменьшается при движении с запада на восток [Агафонова и др., 2016].

Продолжительность навигации колеблется от 2–2,5 месяцев в низовьях рек Индигирка, Яна, Анабар до 6 месяцев в году в нижнем течении Северной Двины. На приустьевых участках некоторых рек (Колыма, Хатанга, Лена) возможно продление навигации на месяц за счёт использования ледоколов [Башмакова и др., 2013].

Сезонность работы речного транспорта ограничивается не только безлёдным периодом. Для доставки грузов по малым рекам часто используется лишь период весеннего половодья (например, на реке Омолон).

В наше время особенности водного и ледового режима российских арктических рек типизированы и картографированы [Фролова и др., 2018].

### **Техническое состояние водных путей и инфраструктуры**

Обмеление речных путей также ограничивает судоходство. Глубины колеблются от 0,7 м на малых реках, 3–4 метров в среднем течении Оби, Енисея и Лены и до 10–12 метров на нижнем Енисее, куда возможен заход крупных морских судов (морской порт Дудинка). Недостаток обслуживающих судов и значительное сокращение финансирования на выполнение дноуглубительных и путевых работ привело к сокращению с 1991 года протяжённости рек с гарантированными глубинами более чем на 40 % [Гладков, 2014].

В результате возникли ограничения в эксплуатации как речного, так и морского флота в устьевых портах. Часто судовладельцы вынуждены недогружать суда в связи с недостаточными глубинами на определённых маршрутах. Иногда для прохода через такие места приходится производить частичную выгрузку, что снижает коммерческую эффективность эксплуатации флота. В итоге снижается спрос на наиболее рентабельные суда повышенного тоннажа [Внутренние..., 2018].

По причине недостаточных объёмов финансирования дноуглубительных работ (именно за счёт средств федерального бюджета) снизились гарантированные габариты и провозная способность водных путей на реках Печора, Обь, Енисей, Ангара, Лена, Оленёк, Вилюй, Алдан, Яна, Индигирка, Колыма, Анабар, глубины которых ныне составляют 70–75 % от уровня ранее достигнутых значений, обеспечивающих безопасность судоходства [Башмакова и др., 2013].

Ещё одна проблема – крайний износ инфраструктуры. Большинство портовых сооружений введено в эксплуатацию около 40 лет назад, средний возраст грузового флота составляет 32 года, пассажирского – 33 года, кранового оборудования – более 30 лет. По

данным Российского Речного Регистра 95 % самоходных речных судов эксплуатируются более 20 лет и свыше 40 % – более 40 лет ([www.rivreg.ru](http://www.rivreg.ru)).

### **Навигационное обеспечение судов речного флота**

Применение современных технических средств и информационно-коммуникационных технологий позволяет повысить уровень эффективности и безопасности плавания [Weintrit, 2016].

В настоящее время на внутренних водных путях Российской Федерации осуществляется внедрение таких конструктивных информационных структур, как «корпоративная речная информационная система», «речная информационная система», «автоматизированная система управления движением судов» [Каретников и др., 2015].

Для решения этих задач требуется применение системы высокоточного позиционирования ГЛОНАСС/GPS и её функциональных дополнений, использование электронных навигационных карт и средств их отображения.

### **Перспективы развития**

Стратегия развития внутреннего водного транспорта Российской Федерации на период до 2030 года предусматривает реализацию преимуществ внутреннего водного транспорта на основе комплекса мер: восстановления инфраструктуры внутренних водных путей, портов; обновления транспортного флота; мер государственной поддержки развития речных перевозок (<http://government.ru/media/files/2RpSA3sctElhAGn4RN9dHrtzk0A3wZm8.pdf>).

Эти меры позволят обеспечить повышение доступности транспортных услуг в районах Крайнего Севера, Сибири и Дальнего Востока, где внутренний водный транспорт является безальтернативным и жизнеобеспечивающим.

Развитию водного транспорта в России было посвящено заседание Госсовета России в августе 2016 года (<http://www.kremlin.ru/events/president/news/52713>). Для обеспечения необходимых параметров водных объектов Правительством России утверждены нормативы финансовых затрат на содержание внутренних водных путей и судоходных гидротехнических сооружений. В 2017 году на эти цели было выделено дополнительно 4,5 млрд руб., что позволило увеличить на 1,5 тыс. км протяжённость водных путей с гарантированными глубинами и увеличить объём дноуглубительных работ (<http://www.morflot.ru>).

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Для исследования целого ряда проблем, сложившихся на внутреннем водном транспорте, необходим пространственный анализ и комплексная картографическая оценка современной транспортной ситуации.

Целью настоящего исследования является создание тематической базы данных внутреннего водного транспорта и разработка содержания обзорной карты условий навигации на арктических реках России.

Информационной основой исследования послужила пространственная база данных водохозяйственного комплекса Атласной информационной системы «Устойчивое развитие России».

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 в 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.

Тематическая структура водохозяйственного блока системы «Устойчивое развитие России» включает в себя:

1. Базовые инвентаризационные карты (среднегодовой объём речного стока, водообеспеченность населения, ежегодный водозабор грунтовых и поверхностных вод, бытовое водопотребление на душу населения, очистка сточных вод, плотность гидрологических сетей, судоходные участки рек и другие);

2. Оценочные карты (природная обеспеченность территории водными ресурсами, степень использования водных ресурсов, поступление загрязнённых сточных вод, тенденции изменения годовых объёмов сброса загрязняющих веществ, экономия свежей воды, аварийное загрязнение вод, условия самоочищения водных объектов, качество поверхностных вод и другие);

3. Интегральные карты оценки близости регионов к модели устойчивого развития (интегральная оценка водохозяйственных факторов устойчивого развития субъектов Российской Федерации) [Скорняков и др., 2003; Nokelaun, 2018].

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

Картографирование условий навигации арктических рек России с помощью геоинформационного программного продукта ArcGIS включало в себя следующие этапы:

- Обновление базы пространственных данных современной сети судоходных рек Арктической зоны Российской Федерации;

- Создание тематической базы данных:

- природных условий судоходства на арктических реках России (продолжительность навигационного периода; сроки начала и окончания навигации; продолжительность ледостава и периода с ледовыми явлениями и так далее);

- судоходных условий на арктических реках России (гарантированные глубины судового хода и так далее);

- навигационного обеспечения судов речного флота с применением современных технических средств и информационно-коммуникационных технологий на арктических реках России (покрытие водных путей электронными навигационными картами);

- речных арктических перевозок (объёмы перевозимых грузов и так далее);

- эколого-географической базы данных внутреннего водного транспорта (наличие загрязняющих грузов, пункты налива и слива нефти и нефтепродуктов на водном транспорте и так далее);

- речных портов и пристаней арктической зоны Российской Федерации (величина и структура грузооборота, пассажирооборот, специализация и так далее);

- Разработка методики картографирования условий судоходства (на примере арктических рек России);

- Составление тематической карты “Условия навигации арктических рек России” масштаба 1:20 000 000.

Основными источниками для работы послужили: официальная статистическая информация Федеральной службы государственной статистики (<http://www.gks.ru>), данные Российского Речного Регистра ([www.rivreg.ru](http://www.rivreg.ru)), материалы официального сайта Федерального агентства морского и речного транспорта (<http://www.morflot.ru>). Использована информация с официального сайта Госкомиссии по развитию Арктики (<http://arctic.gov.ru>), материалы официальных сайтов речных пароходств России ([www.nrsl.ru](http://www.nrsl.ru); [www.nwship.com](http://www.nwship.com); [www.oirp.ru](http://www.oirp.ru); [logp.ru](http://logp.ru); [www.e-river.ru](http://www.e-river.ru); [www.oirp.ru](http://www.oirp.ru)).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведённых исследований создана тематическая база данных внутреннего водного транспорта Арктической зоны Российской Федерации и разработана обзорная карта “Условия навигации арктических рек России” масштаба 1:20 000 000.

При создании карты реализован комплексный подход, учитывающий природные условия, техническое состояние и информационное обеспечение судоходства. Специальное тематическое содержание карты включает: ледовые условия речного судоходства; продолжительность навигационного периода, сроки начала и окончания навигации (по среднеголетним данным); гарантированные глубины судового хода; покрытие водных путей электронными навигационными картами (рис. 2).



Рис. 2. Карта «Условия навигации арктических рек России», масштаб 1:20 000 000 (фрагмент карты с легендой)  
 Fig. 2. Map “The navigation conditions of Arctic rivers in Russia”, scale 1:20 000 000 (fragment of the map with legend)

### Природные условия навигации

Ледовые условия речного судоходства характеризуются фоновым показом на карте продолжительности ледостава на реках. Используется метод изолиний с послышной окраской. Шкала состоит из пяти ступеней – менее 180, 180–200, 200–220, 220–240, более 240 дней в году. Реки исследуемой территории характеризуются устойчивым ледоставом. Изменения фоновой окраски демонстрируют закономерности пространственного распределения ледовых явлений.

Более точную характеристику периоду навигации дают средние даты начала и окончания судоходства и его продолжительность (в сутках), рассчитанные по среднеголетним данным. Эти показатели в виде численных значков представлены для основных участков судоходных рек арктической зоны Российской Федерации.

Расчётной (прогнозной) датой начала навигации является средняя за последние пятнадцать лет дата полного очищения участка водного пути ото льда с учётом времени проведения траления судового хода и постановки всех плавучих средств навигационного оборудования. Датой окончания считается средняя дата появления ледовых образований (шуги, сала), а также начала обледенения плавучих средств навигационной обстановки (Перечень судовых ходов и категорий средств навигационной обстановки (Распоряжение Росморречфлота от 22.12.2016 г. № ВО-311-р)).

На быстро мелеющих реках сроки действия навигации ограничиваются определёнными за последние пятнадцать лет датами наступления минимальных меженных уровней воды, при которых фактические глубины на судовом ходу становятся менее осадки эксплуатируемых судов.

### Судоходные условия

Для обеспечения перевозок грузов по внутренним водным путям основное значение имеют габаритные размеры судовых ходов, в первую очередь значения гарантированных судоходных глубин.

Для всех участков судоходных рек России Федеральным агентством морского и речного транспорта ежегодно утверждается Программа гарантированных габаритов судовых ходов («Программа категорий средств навигационного оборудования и сроков их работы, гарантированных габаритов судовых ходов, а также сроков работы судоходных гидротехнических сооружений»). Их размеры устанавливаются на основании технико-экономических расчётов. Гарантированные габариты судовых ходов на внутренних водных путях арктических рек устанавливаются до и после проведения дноуглубительных работ.

Для анализа современного состояния с обеспеченностью гарантированных глубин на водных путях арктической зоны Российской Федерации весь диапазон значений судоходных глубин был разбит на ряд интервалов: менее 0,7 м; 0,7–1,5; 1,5–1,9; 1,9–2,5; 2,5–3,2; более 3,2 м. Шкала составлена в соответствии с Межгосударственным стандартом – «ГОСТ 26775-97. Габариты подмостовые судоходных пролётов мостов на внутренних водных путях. Нормы и технические требования» (введён в действие Постановлением Госстроя РФ от 29.07.1997 N 18-42).

Также имеются участки рек без установленных гарантированных габаритов судовых ходов, где осуществляется экспедиционный завоз грузов (Амга, Оленёк, Марха, Мая, Анабар, а также участки рек Индигирка, Яна и Виллой).

### Речные порты Арктической зоны РФ

Речные порты общего пользования	Специализация порта по видам грузов и перевозке пассажиров				
	1	2	3	4	5
Архангельск	•	•	•	•	•
Зеленый Мыс	•	•	•		
Игарка	•	•	•		•
Лабытнанги	•	•			
Надым	•	•	•		
Нижнеянск	•	•	•		
Салехард	•	•		•	•
Уренгой	•	•			

- 1 — тарно-штучные грузы
- 2 — навалочные и насыпные грузы
- 3 — универсальные контейнеры
- 4 — перевозка грузов в прямом смешанном сообщении
- 5 — обслуживание пассажиров

Рис 3. Специализация речных портов Арктической зоны Российской Федерации  
Fig. 3. River ports specialization in the Arctic zone of the Russian Federation



## Навигационное обеспечение судов речного флота с применением современных технических средств и информационно-коммуникационных технологий

Для обеспечения надлежащего уровня безопасности плавания на внутренних водных путях необходимо непрерывно определять местоположение судна относительно оси судового хода, его кромок, берегов, а также отдельных опасностей. Данная задача может быть эффективно решена в случае совместного использования целого спектра навигационных систем, комплексов и приборов.

Применение системы высокоточного позиционирования ГЛОНАСС/GPS и её функциональных дополнений позволяет осуществлять так называемый «инструментальный метод судовождения». Для решения данной задачи требуется использование электронных навигационных карт и средств их отображения [Каретников и др., 2015].

Характеристика навигационного обеспечения судов речного флота дифференциальной подсистемой ГЛОНАСС/GPS даётся на карте показом участков рек, имеющих покрытие электронными навигационными картами в формате стандарта Международной гидрографической организации S-57 редакция 3.1, созданными в рамках ФЦП ГЛОНАСС подпрограммы «Карта-Река».

### Порты и пристани

В содержание карты включены знаки речных и морских портов, размер которых соответствует величине грузооборота. Специализация речных портов общего пользования (по виду грузов и перевозке пассажиров) представлена на рис. 3.

На территории Арктической зоны Российской Федерации также специальными знаками показаны основные речные пристани.

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

## ВЫВОДЫ

Создание тематических карт с помощью ГИС-технологий и их многослойный анализ позволяют объективно оценить сложившуюся обстановку на внутреннем водном транспорте Арктической зоны Российской Федерации.

Впервые разработанные для этой территории тематическая база данных и обзорная карта «Условия навигации арктических рек России» могут служить частью системы для принятия ответственных решений по развитию и модернизации инфраструктуры речного транспорта в интересах региональной экономики, транзитных перевозок и северного завоза грузов.

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.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агафонова С.А., Фролова Н.Л., Василенко А.Н., Широкова В.А. Ледовый режим и опасные гидрологические явления на реках арктической зоны европейской территории России. Вестник Московского университета. Серия 5: География, 2016. № 6. С. 41–48.
2. Башмакова Е.П., Васильев В.В., Грицевич А.В., Зерицкова Н.И., Котомин А.Б., Козьменко С.Ю., Ларичкин Ф.Д., Николаева А.Б., Селин В.С., Селин И.В., Серова В.А., Ульченко М.В., Цукерман В.А., Шпак А.В. Транспортно-инфраструктурный потенциал российской Арктики. Апатиты: Издательство Кольского научного центра РАН, 2013. 279 с.
3. Внутренние водные пути Арктической транспортной системы. Электронный ресурс: [http://morvesti.ru/analytics/index.php?ELEMENT\\_ID=13284](http://morvesti.ru/analytics/index.php?ELEMENT_ID=13284) (дата обращения 06.08.2018).

4. *Гладков Г.Л.* Обеспечение условий судоходства на внутренних водных путях. Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике, 2014. Тематическое приложение № 1. С. 8–14.
5. *Каретников В.В., Волков Р.В., Киселевич Г.В.* Использование речной дифференциальной подсистемы ГЛОНАСС/GPS на внутренних водных путях Российской Федерации при проведении путевых работ. Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова, 2015. № 3 (31). С. 63–68. DOI: 10.21821/2309-5180-2015-7-3-63-68.
6. *Скорняков В.А., Масленникова В.В., Нокелайнен Т.С.* Водохозяйственный аспект устойчивого развития субъектов Российской Федерации. Вестник Московского университета. Серия 5: География, 2003. Т. 5. № 2. С. 37–43.
7. *Филатов Н.Н., Карпечко В.А., Литвиненко А.В., Богданова М.С.* Водный транспорт и энергетика севера европейской части России (обзор). Арктика: экология и экономика, 2017. № 1 (25). С. 75–85.
8. *Фролова Н.Л., Магрицкий Д.В., Киреева М.Б., Агафонова С.А., Повалишников Е.С.* Антропогенные и климатически обусловленные изменения стока воды и ледовых явлений рек российской Арктики. Вопросы географии. СПб.: Русское географическое общество, 2018. Т. 145. С. 233–251.
9. *Butler J.A.* Designing geodatabases for transportation. Redlands, California: ESRI Press, 2008. 461 p.
10. *Nokelaynen T.S.* Mapping of the impacts of inland waterway transport in Russia. InterCarto. InterGIS. Proceedings of the International conference. Petrozavodsk: KRS RAS, 2018. V. 24. Part 1. P. 131–137. DOI: 10.24057/2414-9179-2018-1-24-131-137.
11. *Weintrit A.* Geoinformatics in hydrography and marine navigation. Geoinformatics for marine and coastal management. CRC Press, 2016. P. 323–348. DOI: 10.1201/9781315181523-15.

## REFERENCES

1. *Agafonova S.A., Frolova N.L., Vasilenko A.N., Shirokova V.A.* Ice regime and dangerous hydrological phenomena on rivers of the Arctic zone of European Russia. Bulletin of Moscow University. Series 5: Geography, 2016. No 6. P. 41–48 (in Russian).
2. *Bashmakova E.P., Vasilyev V.V., Gritsevich A.V., Zerschikova N.I., Kotomin A.B., Kozmenko S.Yu., Larichkin F.D., Nikolaeva A.B., Selin V.S., Selin I.V., Serova V.A., Ulchenko M.V., Tsukerman V.A., Shpak A.V.* Transport and infrastructure potential of the Russian Arctic. Apatity: Publishing house of the Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2013. 279 p. (in Russian).
3. *Butler J.A.* Designing geodatabases for transportation. Redlands, California: ESRI Press, 2008. 461 p.
4. *Filatov N.N., Karpechko V.A., Litvinenko A.V., Bogdanova M.S.* Water transport and energetic of North European part of Russia (a review). The Arctic: ecology and economy, 2017. No 1 (25). P. 75–85 (in Russian).
5. *Frolova N.L., Magritsky D.V., Kireeva M.B., Agafonova S.A., Povalishnikova E.S.* Runoff and ice phenomena dynamics on the rivers of Russian Arctic due to anthropogenic and climate changes. Geography issues. St. Petersburg: Russian Geographical Society, 2018. V. 145. P. 233–251 (in Russian).
6. *Gladkov G.L.* Providing navigable conditions on the inland waterways. Transport of the Russian Federation. Journal of science, practice, economics. 2014. Thematic supplement No 1. P. 8–14 (in Russian).
7. Inland waterways of the Arctic transport system. Web resource: [http://morvesti.ru/analytics/index.php?ELEMENT\\_ID=13284](http://morvesti.ru/analytics/index.php?ELEMENT_ID=13284) (accessed 06.08.2018) (in Russian).
8. *Karetnikov V.V., Volkov R.V., Kiselevich G.V.* To the question of use river differential subsystem GLONASS/GPS on the inland Russian waterways at carrying out of track works. Bulletin of the

- State University of Maritime and River Fleet named after admiral S.O. Makarov, 2015. No 3 (31). P. 63–68. DOI: 10.21821/2309-5180-2015-7-3-63-68 (in Russian).
9. *Nokelaynen T.S.* Mapping of the environmental impacts of inland waterway transport in Russia. InterCarto. InterGIS. Proceedings of the International conference. Petrozavodsk: KRS RAS, 2018. V. 24. Part 1. P. 131–137. DOI: 10.24057/2414-9179-2018-1-24-131-137.
10. *Skornyakov V.A., Maslennikova V.V., Nokelaynen T.S.* Water management aspect of sustainable development of the subjects of the Russian Federation. Bulletin of Moscow University. Series 5: Geography, 2003. V. 5. No 2. P. 37–43 (in Russian).
11. *Weinrit A.* Geoinformatics in hydrography and marine navigation. Geoinformatics for marine and coastal management. CRC Press, 2016. P. 323–348. DOI: 10.1201/9781315181523-15.
-