

УДК 528.9

Е.А. Прохорова¹, М.Н. Уколова²**КАРТОГРАФИРОВАНИЕ МОРСКОГО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Рассмотрены возможности картографирования морского транспорта на новом методическом уровне и в новых экономических условиях. Показана методика сбора информационных ресурсов и интегрирования различной информации при проектировании и создании базы статистических данных. Изложены принципы разработки и создания серии карт с использованием картографического и математического методов, включая метод многомерного статистического анализа. Подчеркнута целесообразность переложения на язык геоинформационных технологий приемов не только статистического, но и синтетического картографирования.

Ключевые слова: морская инфраструктура, базы данных, классификация данных, информационные ресурсы, картографирование морского транспорта.

Введение. Перемены, которые произошли в мире на рубеже XX и XXI вв., не только изменили структуру современного мира и внесли существенные изменения в развитие российской экономики, но и способствовали перестановке акцентов в ее отраслях. Новые реалии экономической жизни заставляют по-новому посмотреть на работу всех видов транспорта, в том числе и наиболее универсального — водного, рациональнее подойти к планированию его деятельности. Морские перевозки до 50% дешевле железнодорожных и в 12—14 раз дешевле автомобильных, в связи с этим они существенно влияют на экономику Российской Федерации.

Для того чтобы найти ответы на вопрос, сможет ли транспортная инфраструктура в целом и морские порты в частности справиться с увеличивающимся объемом грузовых перевозок и растущим спросом на эффективные, надежные и экологически сбалансированные транспортные решения, требуются различные методы научных исследований, такие как сравнительный анализ, ряд методов прогнозирования, статистико-экономический, экономическое и финансовое моделирование, в том числе полезно будет использовать возможности картографического решения проблемы.

В Российской Федерации ликвидирована ведомственная система управления морскими портами, изменилось само понятие “морской порт”. Появились рейдовые перегрузочные мощности, переваливающие нефть и нефтепродукты, началось акционирование портов различными компаниями и их учет, особенно стивидорных, которые лидируют по перевалке грузов в морских портах. Показать работу портовых комплексов в приморских районах, погрузочно-разгрузочные операции, или, например, организацию системы контейнерных перевозок не только при специальном навигационном картографировании, но и на тематической карте — важная задача: такие карты,

будучи новыми по содержанию, станут основой для последующего развития тематического картографирования транспорта.

Подобные карты можно будет использовать и в качестве исходного материала при изучении пространственных изменений в экономике транспорта, при постановке и решении конкретных исследовательских и хозяйственно-управленческих задач, для математической обработки данных, полученных на следующей стадии изысканий.

Постановка проблемы. Трудно переоценить важность вопроса о прикладном значении географии морского транспорта. Специалистам и экспертам в сфере логистики и развития транспорта, науки и образования необходима достоверная и комплексная, картографически представленная информация, содержащаяся в тематических базах данных и метаданных, позволяющих интегрировать и визуализировать эту информацию, формировать серии карт, которые отражают современное состояние и перспективы развития морской инфраструктуры России.

В связи с этим все более востребованы методические работы по картографированию морского транспорта и разработке структуры и содержания баз данных, которые могут способствовать ускорению развития инфраструктуры, операционной деятельности и принятию необходимых решений в системе управления на транспорте.

Картографирование морского транспорта включает ряд основных аспектов. Прежде всего для оценки возможностей и особенностей функционирования транспорта необходим учет множества факторов, от которых зависит работа морского транспорта: это и климатические условия — особенности ледового и температурного режима, характер осадков, и социально-экономические, связанные с размещением производства и населения, степенью их концентрации, а также с интенсивностью экономических связей.

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра картографии и геоинформатики, канд. геогр. н., доцент; *e-mail:* earpohogova@mail.ru

² Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики, факультет социологии, магистр; *e-mail:* ou_marina90@mail.ru

Другие характеристики морского транспорта отображают его работу — грузо- и пассажирооборот портов, грузо- и пассажиронапряженность транспортных путей за определенный промежуток времени [4]. Еще одна характеристика связана с результатами работы транспорта как экономического или социального связующего звена на разных территориальных уровнях — местном, внутрирегиональном, межрегиональном, глобальном.

В отечественной картографии характеристика морского транспорта дается в основном на картах транспортных сетей. Как правило, это локализация на карте морского порта и морских путей с указанием расстояний в километрах. В советских атласах второй половины XX в. на картах можно видеть районы тяготения к морским бассейнам (Тихоокеанскому, Азово-Черноморскому, Балтийскому, Северному), грузооборот и грузопотоки морского транспорта (карта “Развитие морского транспорта. Морской транспорт СССР”, 1:40 000 000); иногда пути сообщения на Севере СССР были показаны вкуче с пунктами обрабатывающей и добывающей промышленности (карта “Освоение Советского Севера”, 1:25 000 000 в атласе “Развитие хозяйства и культуры СССР”, 1967).

Специальные логистические карты (их немного) показывают речные и морские порты, а также мультимодальные транспортные комплексы в соответствии со стратегией развития транспортной системы Российской Федерации до 2030 г., при этом ко всем крупным транспортным узлам даны текстовые пояснения и статистические таблицы.

В настоящее время очевидна необходимость разработки картографического обеспечения отрасли морского транспорта, которое бы всесторонне показало состояние, возможности и перспективы его развития и стало бы источником получения актуальной информации для организации грузоперевозок и оценки эффективности развития морской инфраструктуры России. Изучение современных работ в области картографии позволило сделать вывод о том, что таких специализированных комплексных картографических проектов в настоящее время нет.

Цель работы — на основе систематизации накопленных данных и опыта показать возможности картографирования водного транспорта на новом методическом уровне, представить новые средства сбора информации для проектирования картографических баз данных, а также визуализацию этих данных в свете современных задач науки и практики.

Для привлечения внимания к вопросам картографирования морской инфраструктуры актуально создание серии карт морского транспорта на основе как старых, давно опробованных, так и новых, ранее не картографируемых показателей. Эти данные позволят отобразить на картах новое содержание, имеющее значение в современных экономических условиях, в частности, в связи с очередным ростом внимания к неравномерности развития транспортной инфраструктуры в стране; кроме того, карты в свою очередь становятся инструментом для проведения анализа и со-

ответственно принятия решений по дальнейшему развитию этой отрасли.

Материалы и методы исследований. Создание серии карт и проектирование базы данных выполнено с привлечением большого количества разнообразных материалов. Сбор, анализ, оценка и использование различной информации составили весьма существенную часть картографо-географического исследования.

В работе использованы общегеографические и тематические карты разного масштаба: это карты из атласов, например “Грузовые и пассажирские перевозки морским и речным транспортом” (1:10 000 000, 1:22 000 000, Национальный атлас России, т. 3, 2007), специальные карты “Внутренние водные пути Российской Федерации” (1:4 000 000, Государственная служба речного флота, 2002), тематические карты из фондов Российской государственной библиотеки (РГБ), Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ), Института географии РАН и пр.

Однако основной источник информации — официальная статистика, являющаяся частью государственных информационных ресурсов и дающая представление о текущем положении отрасли. Статистические методы входят в методический арсенал картографирования и на этапе обработки исходных данных, и в процессе составления карт. Ведомственная отчетность обычно шире рамок государственной статистики, и в нашем случае она дала много дополнительного и уточняющего материала для создания баз данных [5].

Статистические данные о технических характеристиках морских портов Российской Федерации были предоставлены Федеральным агентством морского и речного транспорта, на сайте которого опубликован “Реестр морских портов Российской Федерации”, содержащий список всех морских портов России в соответствии с их принадлежностью к определенному бассейну: Азово-Черноморскому, Арктическому, Балтийскому, Дальневосточному и Каспийскому. Вся статистическая информация приведена к единому виду — проведены унификация единиц измерения и стандартизация изучаемых показателей.

Часть статистических данных получена благодаря доступу к распределенным сетевым ресурсам пространственных данных и сервисов, например посредством такого информационного ресурса, как портал Единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО). Это специализированный информационный центр в области морского транспорта, основная задача которого — интеграция отраслевых информационных ресурсов в единое информационное пространство ЕСИМО.

Для картографирования морской инфраструктуры России были использованы следующие показатели из базы данных ГИС-сервера ЕСИМО: объем перевозки и перевалки грузов морским транспортом, динамика объемов перевалки внешнеторговых и каботажных грузов России, информация о транспортных коридорах, о перевозках грузов в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности, о морских портах

(местоположение; связь с железной дорогой; расстояние до аэропорта, до ближайшего населенного пункта; период навигации в морском порту).

В работе задействованы также литературные источники: материалы “Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года”, ФЦП (Федеральная целевая программа) “Мировой океан”, а также Стратегия развития морской портовой инфраструктуры до 2030 года [6].

При проектировании и создании базы статистических данных, составлении карт использованы общенаучные, картографические и математические методы; при выделении типов морских портов использован метод многомерного статистического анализа.

Созданная база данных ориентирована на тематику водного транспорта. При ее формировании прежде всего выделены основные сущности базы данных (*каждая сущность соответствует значимому объекту предметной области*). Путем абстрагирования для каждого объекта определено то число атрибутов, которое необходимо для описания объектов в рамках поставленной задачи. Таким образом, вся полученная в ходе исследования информация была разбита на классы и интегрирована в базу данных.

Для решения проблемы интеграции данных использована та же система кодов, что и в Реестре морских портов Российской Федерации. Для субъектов РФ в качестве кодов использованы коды общероссийского классификатора объектов административно-территориального деления (ОКАТО). Использование одних и тех же кодов регионов в статистической базе данных и базе пространственных данных позволяет объединить позиционную и атрибутивную составляющие при построении карты.

При выявлении групп показателей и разработке таблиц показатели, характеризующие морской транспорт и инфраструктуру, были сгруппированы в 5 соответствующих тематических групп, каждая из которых содержит сходные характеристики. К ним относятся *общие показатели*, куда входят название бассейна, его местоположение, административный статус территорий; *технические показатели* — характеристики порта и акватории (площадь, число причалов, тип порта, глубина якорной стоянки и пр.); *проектные показатели* — теоретическая пропускная способность; *экономические показатели* — специализация порта, объем перевалки грузов и т.д., а также показатели *инфраструктурной обеспеченности* — наличие связи с железной дорогой, аэропорта и расстояние до него.

На последнем этапе в целях повышения эффективности выполнена нормализация схемы базы данных — процедура, производимая над базой данных с целью устранения избыточности и неоднозначности.

Для цифрового представления пространственных данных на концептуальном уровне проектирования выбрана векторная модель. В качестве атрибутивной оставляющей пространственных данных выступают их идентификаторы и данные, отражающие основные характеристики самих объектов. Прочая атрибутивная информация, необходимая для создания темати-

ческих карт, поступает из базы статистических данных, для чего выполнялась операция *связывания* (соединения) внешней базы данных с атрибутивной таблицей того или иного пространственного объекта по общему полю (рис. 1).

При разработке способов картографической визуализации частных показателей, характеризующих морские порты России, в качестве базового тематического слоя использован точечный слой с морскими портами России. К атрибутивной таблице этого слоя выполнено присоединение по одинаковым кодам портов массива статистических показателей из внешней специализированной базы статистических данных. На основе результирующей таблицы созданы разные классификации портов по их атрибутам. Подобная методика обеспечивает, с одной стороны, возможность раздельного хранения пространственных данных и специализированных атрибутивных данных, с другой — их взаимное использование для картографической визуализации данных и мониторинга.

Использование математических методов и математико-картографического моделирования позволяет сформировать представление о том, как изобразить структуру и процессы функционирования морского транспорта на современном этапе его развития. Процесс моделирования включал несколько этапов: постановку задачи, обработку модели, интерпретацию результатов и отображение их на карте.

Для классификации морских портов использован кластерный анализ, методологические особенности которого сводятся к выявлению единой меры, охватывающей ряд исследуемых признаков. Содержательная постановка задачи заключалась в следующем. Имелась некоторая совокупность объектов (портов), которые характеризуются рядом признаков, их было необходимо разбить на несколько кластеров (классов) таким образом, чтобы объекты одного класса были сходны по характеризующим их признакам. Число кластеров определялось в ходе разбиения объема совокупности.

При кластерном анализе показатели не должны коррелировать между собой и быть безразмерными, выборка должна быть однородной, не содержать экстремальных значений. Обеспечение этих требований выполняется за счет того, что кластерному анализу предшествует факторный.

Для выделения факторов, наиболее влияющих на функционирование и развитие морских портов, использован инструмент “факторный анализ” программного пакета STATISTICA. С его помощью выделена группа переменных, определяющих корреляционную взаимосвязь между признаками, таких как административный статус и численность населения; число причалов; наличие связи с железной дорогой и аэропортом; объем перевалки грузов; специализация грузооборота и др.

Все взаимосвязанные линейно-зависимые показатели были отброшены, а оставшиеся дали возможность составить различные комбинации параметров, влияющих на грузооборот и экономическое значение

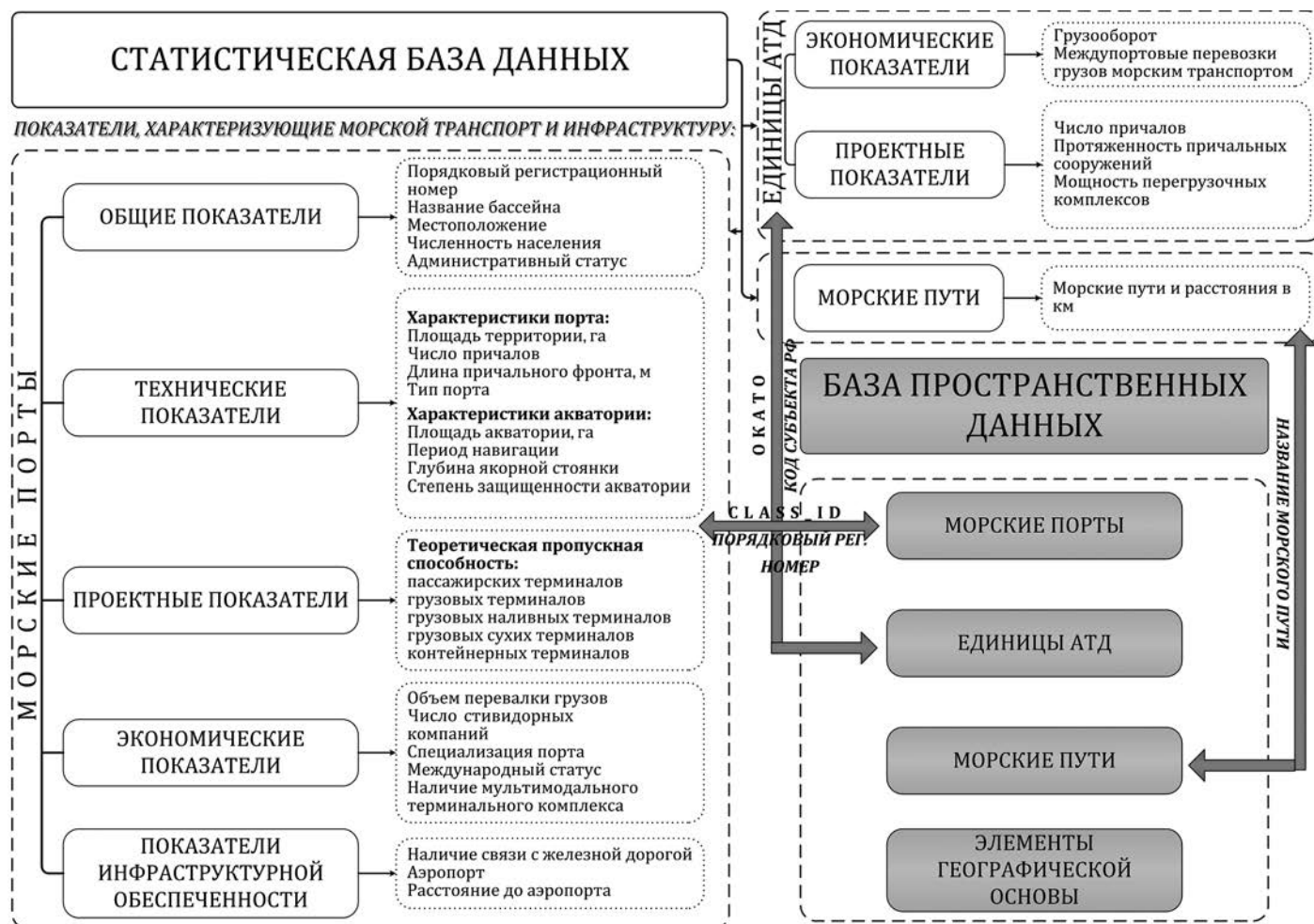


Рис. 1. Структура баз данных

портов. По этим комбинациям и проведена кластеризация. Учитывались также природные факторы, влияющие на производственную деятельность порта: его естественная защищенность от ветра и волнения, значения глубины на подходах к нему и в портовой акватории, круглогодичная или сезонная навигация и др. На карте типы морских портов показаны геометрическими значками разных размера и формы.

Результаты исследований и их обсуждение. По результатам исследования создана серия из 14 карт на территорию России, демонстрирующая состояние и работу водного транспорта страны.

Карта “*Морские порты Российской Федерации*” представляет современную систему морского транспорта России. Она дает визуальное представление о действующих в Российской Федерации морских портах и морских путях, показывает районы тяготения к морским бассейнам (Балтийскому, Арктическому, Тихоокеанскому, Азовскому, Черноморскому, Каспийскому).

Несмотря на то что до сих пор не существует единого значения термина “хинтерланд” и районы тяготения портов можно рассматривать с различных позиций, была предпринята попытка показать зоны тяготения к морским портам на основании анализа

картографической информации, опираясь на опыт классификации хинтерландов морских торгово-промышленных комплексов, выполненных в работах зарубежных ученых [8, 9] и учитывая главные факторы, влияющие на определение их границ, такие как характер груза (контейнерный или насыпной), структура наземной транспортной сети, связывающей порт и его рынок, инфраструктура порта, природные особенности и некоторые другие.

На карте показана также средняя граница распространения плавучих льдов, составленная по многолетним наблюдениям. Разный масштаб — 1:30 000 000 для основной карты, 1:8 000 000 для карты-врезки на Балтийский бассейн и 1:10 000 000 для Черноморского бассейна — дает возможность полнее раскрыть тему морского транспорта и конкретизировать наиболее значимые участки территории.

Карты на отдельные морские бассейны “*Портовая инфраструктура*” показывают разнообразие портовой инфраструктуры России и выполнены для отдельных морских бассейнов в диапазоне масштаба от 1:2 500 000 до 1:5 000 000. Легенда к картам (рис. 2) единая и представляет характеристики морских портов, многие из которых определяют возможность порта принимать суда определенных типа и размера,



Рис. 2. Легенда к картам портовой инфраструктуры морских бассейнов

увеличивать объем перевалок грузов и функционировать без ледокольного обеспечения.

На карте “Наличие портовых комплексов на морском транспорте” показана пропускная способность грузовых морских терминалов. Отдельно выделены порты с нефтеналивными терминалами. По пропускной способности морские порты разделены на 5 групп (>50 000, 20 000—50 000, 20 000—10 000, 10 000—1000, <1000 тыс. т грузов). Изображение на карте именно технически возможной пропускной способности необходимо для оценки транспортного потенциала морского порта, а также для включения его в состав транспортных коридоров и потоков.

Карта “Использование портовых комплексов на морском транспорте” показывает реальный объем перевалки грузов в морских портах. При сравнении двух карт видно, что реальные и проектные показатели работы портов находятся на одном уровне — это означает практически полную реализацию ресурсов портовой инфраструктуры и потребность в их увеличении; представлена также обеспеченность причальными сооружениями субъектов РФ.

Изображение на картах реальных и “теоретических” (проектных) показателей позволяет сравнивать использование мощностей в регионах России, принимать решения относительно их увеличения/уменьшения, принципиального изменения структуры переваливаемых грузов.

Карта “Погрузочно-разгрузочная деятельность на морском транспорте” характеризует один из основных видов деятельности, осуществляемых в морском порту — погрузочно-разгрузочную. В зависимости от вида переваливаемых грузов морские порты подразделяются на универсальные (порты общего назначения) и специализированные (порты, перегружающие определенный вид грузов). К подобному разделению по качественным характеристикам был добавлен количественный показатель в виде величины грузооборота. Таким образом, среди морских портов Российской Федерации выделено 4 типа универсальных и 3 типа специализированных портов.

Ряд карт позволил дать общую характеристику транспортной системы Российского Севера. Созданы общая карта “Транспортная система Российского Севера”, карта “Внутренние водные пути Российского Севера”, где судоходные участки рек показаны в границах 11 государственных бассейновых управлений, поддерживающих на них необходимые условия для регулярного судоходства; одновременно отображена и обеспеченность водными путями сообщения по субъектам РФ. Карта “Морской транспорт Российского Севера” показывает транспортное обслуживание труднодоступных районов Крайнего Севера и Дальнего Востока, где водные пути сообщения являются практически единственными для перевозки крупных партий грузов, что обеспечивает жизнедеятельность малых народов и освоение природных богатств обширных регионов страны.

Работа речного транспорта представлена на картах “Грузооборот внутреннего водного транспорта Российского Севера” и “Грузовые перевозки речным транспортом”. Информация на карте позволяет проанализировать количество отправленных и принятых грузов для каждого субъекта Российской Федерации, оценить роль водного транспорта в товарообороте региона. Основные направления грузоперевозок в Арктическом бассейне (Дудинская линия, Северный завоз, внутриарктический каботаж) вместе с показанной структурой грузооборота портов Северного морского пути достаточно полно характеризуют деятельность морского транспорта на Российском Севере.

Выделенные на картах особенности климатического и географического положения портов, неразвитость логистической припортовой инфраструктуры и железнодорожных подходов к портам, повышенная нагрузка на окружающую среду характеризуют неразвитость морских портов России. Слабое развитие морского транспорта в стране объясняется тем, что основные экономические центры страны удалены от морских побережий; кроме того, большая часть морей, окружающих территорию страны, — замерзающие, что удорожает использование морского транспорта. В целом на территории России имеется всего 11 крупных морских портов, чего недостаточно для такой огромной страны.

Одно из замечательных свойств карт, которое выделено А.М. Берлянтом, — наглядность, позволяющая использовать карту в качестве инструмента научного познания мира. Созданные карты — это пример одновременного представления множества различных статистических данных, никогда ранее не использовавшихся в таком сочетании на картах подобной тематической направленности. Например, одна только карта “Наличие и использование портовых комплексов” позволяет увидеть следующие закономерности: 1) специализация морских портов зависит от характерных особенностей грузовой работы; рост грузооборота порта тесно связан с пропускной способностью портовой инфраструктуры, включающей причалы, перегрузочные терминалы, технику, подкрановые пути и другое специальное оборудование; 2) развитие мор-

ского портового комплекса региона в условиях внешней среды зависит от наличия долгосрочных связей с заказчиками и перевозчиками, затрат на осуществление грузоперевалочных работ, финансирования модернизации производственной базы; 3) комбинированные морские порты, как правило, наиболее крупные из всех типов торговых портов. У них есть причалы общего назначения и специализированные причалы (переработка товарно-штучных и массовых грузов).

Выводы:

— Российская Федерация стремится к более активному внедрению в морскую деятельность передовых достижений научно-технического прогресса, обеспечивающих устойчивое развитие и использование водных путей России в системе международных транспортных коридоров. Совместное использование средств и подходов традиционного и геоинформационного картографирования наиболее удобно и целесообразно для представления информации, отражающей современное состояние и перспективы развития морской инфраструктуры России;

— исследованы современные возможности ГИС-технологий для сбора, хранения и пространственного анализа данных. На основе анализа спроектирована и подготовлена специализированная база статистических данных “Морской транспорт” и база данных “Водный транспорт Российского Севера”. Эти разработки позволят обеспечить интерактивный поиск и визуализацию

данных и станут составной частью информационного сервиса “Водный транспорт России”;

— использование разнообразных источников информации, средств геоинформационного картографирования (многовариантность создания карт, представление новых средств анализа данных, интерактивность картографирования), а также интеграция пространственных и статистических данных позволили получить разные варианты карт водного транспорта. Созданные карты предлагают новые аспекты картографирования морского транспорта РФ и дают новое представление о морской инфраструктуре, происходящих процессах и явлениях. Они позволяют выделить зоны преимущественного обслуживания по видам транспорта, оценить роль водного транспорта в хозяйственном освоении и обустройстве территорий Севера России, основные направления морских грузоперевозок, оценить состояние портовой инфраструктуры и возможность внедрения морского транспорта в основные транспортные коридоры;

— научные результаты, полученные в ходе исследований, имеют прикладной характер и могут быть востребованы различными организациями, занимающимися вопросами морского транспорта (Морской коллегией при Правительстве Российской Федерации), заинтересованными федеральными и региональными органами исполнительной власти, связанными с разработкой и реализацией водной политики России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Александрова Т.Е.* Морская инфраструктура России: теория, основные этапы развития, проблемы: монография. СПб.: Аврора-дизайн, 2010. 352 с.
2. *Краснова Н.В.* Водный транспорт России в развитии международных транспортных коридоров. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2003.
3. *Понятовский В.В.* Морские порты и транспорт: (эволюция). М.: РКонсульт, 2006. 429 с.
4. *Прохорова Е.А.* Социально-экономические карты. М.: Изд-во КДУ, 2010. 424 с.
5. *Прохорова Е.А., Семин В.Н.* Картографические базы данных для социально-экономических карт // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2011. № 3. С. 33—39.
6. Стратегия развития морской портовой инфраструктуры России до 2030 г. М.: Российская академия народного

хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, 2012.

7. *Тикунев В.С.* Моделирование в картографии. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997. 405 с.

8. *Pizzolato N., Scavarda L., Paiva R.* Conception and Methodologies to Delimitate Hinterlands and an Application in a Container Terminal. URL: http://litis.univ-lehavre.fr/~pigne/ICCSA_2009.pdf

9. *Robinson R.* The Hinterland-Foreland continuum: Concept and methodology // *The Professional Geographer*. 1970. Vol. 22, Iss. 6. P. 307—310.

Поступила в редакцию
23.07.2012

Е.А. Prokhorova, M.N. Ukolova

MAPPING OF MARINE TRANSPORT OF THE RUSSIAN FEDERATION

New methods of mapping marine and river transport under current economic situation and increased awareness of uneven transportation infrastructure in Russia are discussed. Procedures of information collection and integration are described, as well as the designing and compilation of a statistical database. Principles of producing a series of maps using cartographic and mathematical methods (including the multidimensional statistical analysis) are suggested. It seems reasonable to apply geoinformation technologies for both statistical and synthetic mapping techniques.

Key words: marine infrastructure, databases, classification of data, informational resources, mapping of marine and river transport.