

УДК 528.9:629.051

DOI: 10.33764/2411-1759-2019-24-3-106-118

## КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАЗЕМНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

**Александр Валентинович Флегонтов**

27-й Центральный научно-исследовательский институт Министерства обороны Российской Федерации (Научно-исследовательский центр топогеодезического и навигационного обеспечения), 107014, Россия, г. Москва, ул. Рубцовско-Дворцовая, 6, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, тел. (499)269-69-00, e-mail: zfleg@yandex.ru

**Геннадий Борисович Воронов**

МИРЭА – Российский технологический университет, 119454, Россия, г. Москва, пр. Вернадского, 78, кандидат технических наук, доцент кафедры общей информатики института кибернетики, тел. (499)215-65-65 (доб.40-50), e-mail: VoronovMGU@mail.ru

**Владислав Николаевич Смирнов**

27-й Центральный научно-исследовательский институт Министерства обороны Российской Федерации (Научно-исследовательский центр топогеодезического и навигационного обеспечения), 107014, Россия, г. Москва, ул. Рубцовско-Дворцовая, 6, старший научный сотрудник, тел. (499)269-30-96, e-mail: vlad\_79@mail.ru

**Галина Анатольевна Задубина**

27-й Центральный научно-исследовательский институт Министерства обороны Российской Федерации (Научно-исследовательский центр топогеодезического и навигационного обеспечения), 107014, Россия, г. Москва, ул. Рубцовско-Дворцовая, 6, старший научный сотрудник, тел. (499)269-75-10

В настоящее время в Российской Федерации действует множество предприятий, занятых в сфере картографического обеспечения наземных навигационных систем. Создаваемая этими ведомствами продукция не приведена к единому стандарту. Решение задачи по упорядочению, контролю и планированию деятельности ведомств и предприятий, отвечающих за проведение работ в области картографического обеспечения наземных навигационных систем в РФ, выходит на первый план. В статье рассмотрен вариант решения этой проблемы с помощью создания единой системы картографического обеспечения наземных навигационных систем, основой которой должен стать единый геоинформационный фонд коллективного доступа, построенный на навигационной базе географических данных. Представлены технологические уровни функционирования системы. Предполагается, что данный подход позволит унифицировать работы в области картографического обеспечения наземных навигационных систем на территории Российской Федерации, а также повысить их эффективность и снизить затраты на их выполнение.

**Ключевые слова:** автонавигационная карта, граф дорожной сети, геопространственная информация, инфраструктура пространственных данных, навигационная база географических данных, картографическое обеспечение, наземная навигационная система, навигационно-существенные данные, геоинформационный фонд коллективного доступа.

### *Введение*

В настоящее время в связи с развитием в Российской Федерации глобальных навигационных спутниковых систем (GPS, ГЛОНАСС) предоставление ус-

луг в сфере наземной навигации получило широкое применение во многих отраслях народного хозяйства, а также в целях обеспечения обороны и безопасности страны.

В Российской Федерации (РФ) действует множество предприятий, занятых в сфере картографического обеспечения наземных навигационных систем. Но все они работают по своим стандартам, единого стандарта не существует. Это приводит к ряду проблем в области наземной навигации, которые требуют решения.

### ***Современное состояние и проблемы картографического обеспечения наземной навигации***

Существующие проблемы картографического обеспечения наземной навигации в РФ и пути их решения представлены в ряде статей в профильных изданиях.

Д. В. Лисицкий и Л. К. Радченко [1] в своей статье рассматривают функции навигационной картографии, особенности навигационных карт, определяют задачи, требующие решения. Среди задач выделены такие, как разработка классификации навигационных карт, определение их содержания согласно масштабу, система условных знаков, оформление, способы визуализации и т. п.

В статье Е. С. Утробинной [2] подняты вопросы развития навигационной картографии в целом, особое внимание уделено навигационным картам. Она считает необходимым комплексное формирование и наполнение навигационных картографических баз данных по всем регионам РФ, включая необходимость их регулярного, своевременного обновления, с целью получения навигационных карт, отвечающих постоянно растущим требованиям современного общества. При этом следует учитывать опыт создания зарубежных навигационных карт в сочетании со спецификой РФ.

В статье С. В. Дубровиной и К. Г. Канделаки [3] затрагивается проблема оптимизации технологии составления автонавигационных карт, а именно – требования к количеству и качеству отображаемых элементов, оформлению и наполнению атрибутивной информацией. Для решения проблемы предлагается ввести обобщающие понятия для генерализации сложных объектов и сформулировать основные правила обобщения, определить ценз отбора содержания элементов тематического содержания, а также эмпирическим путем выбрать оптимальный размер условных знаков для каждого уровня масштабного ряда исходя из величин показателя графической нагрузки.

П. Л. Платоновым в диссертационном исследовании [4] были введены понятия «автонавигационное картографирование» (как самостоятельное направление картографии) и «автонавигационная карта» (как новый вид электронных специальных общегеографических карт). Определены ключевые функции и параметры автонавигационных карт: система условных знаков, компоновка, тематическое содержание, принципы генерализации и согласования карт различных

масштабов. Сформирована методика обеспечения автонавигационных систем картографическими произведениями, рекомендуемая как стандартная. Методика включает определение семантических свойств элементов карты, пути использования данных дистанционного зондирования, в том числе координатной привязки космических снимков по маршрутам (GPS-трекам). Также определены принципы разработки содержания и оформления автонавигационных карт, охватывающие все этапы подготовки от проектирования карты и сбора первичной информации до внедрения карты в систему, с учетом особенностей создания, базовых функций автонавигационных систем, потребительских требований, технических возможностей отображения картографической информации и читаемости карт.

Также П. Л. Платоновым в одной из статей [5] рассмотрены вопросы создания и обновления автонавигационных карт по материалам ДЗЗ. Описаны требования к разрешению снимков и их привязке. Отражены особенности дешифрирования и нанесения объектов местности и инфраструктуры, рассмотрены вопросы создания графа дорожной сети, описана необходимость полевого обследования, а также представлены общие принципы использования данных ДЗЗ для автонавигационных карт.

Статья А. Н. Живичина, А. В. Флегонтова и А. О. Воробьева [6] посвящена основным направлениям развития наземной навигации с использованием современных навигационных и телекоммуникационных средств. Рассмотрены основные подходы к построению on-board, off-board и гибридных навигационных систем. Для оперативного решения задач интеграции разнородной геопространственной информации, необходимой для решения задач навигации, предложен способ, основанный на использовании геоплатформы, представляющей собой основу объединения различных баз геоданных.

Г. К. Осипов, А. С. Присяжнюк и др. рассматривают теоретические и методические основы формирования объектно ориентированной информационной модели навигационной базы данных [7] и методику формирования плана создания открытых цифровых навигационных карт и планов городов на территорию Российской Федерации [8].

В ряде других статей рассматриваются следующие вопросы:

- методологические основы получения, анализа и оценки пространственно-временной ситуации [9];
- метод геопространственной привязки мобильных средств с применением аппаратуры потребителей спутниковой навигационной аппаратуры [10];
- методика обновления системы электронных автодорожных карт на основе многоуровневой модели базы пространственных данных [11];
- создание цифровых картографических основ автонавигационных карт [12];
- оптимизация требований к государственным навигационным картам для автомобильного транспорта [13];

- мобильные картографические приложения для охотников и рыболовов [14];
- технологии позиционирования в режиме реального времени [15].

На законодательном уровне осуществление навигационной деятельности в РФ закреплено в нормативно-правовых актах и нормативно-технической документации.

Федеральный закон от 14.02.2009 № 22-ФЗ «О навигационной деятельности» [16] устанавливает правовые основы осуществления навигационной деятельности и направлен на создание условий для удовлетворения потребностей в средствах навигации и услугах в сфере навигационной деятельности.

Ранее, в соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 21.08.2006 № 1157-р была одобрена Концепция [17], определяющая основные принципы и направления работ в области создания и развития инфраструктуры пространственных данных (ИПД) Российской Федерации. В рамках данной концепции предлагаются технологические решения для картографического обеспечения наземных навигационных систем.

В рамках мероприятия № 248 федеральной целевой программы «Поддержка, развитие и использование системы ГЛОНАСС на 2012–2020 годы» [18], утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 03.03.2012 № 189, был заключен ряд государственных контрактов по обновлению открытых цифровых навигационных карт масштабов 1 : 25 000, 1 : 50 000, 1 : 100 000 и цифровых навигационных планов городов масштаба 1 : 10 000 для обеспечения обороны и безопасности страны, а также обеспечения потребностей иных пользователей системы ГЛОНАСС [19, 20].

### ***Основные подходы к картографическому обеспечению наземных навигационных систем***

Производителями навигационных баз географических данных (НБГД) на территорию РФ являются следующие зарубежные и отечественные предприятия и организации: TomTom, Here, ЗАО «Геоцентр-Консалтинг», Datum Group, Навиком, Navitel, Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии, Топографическая служба ВС РФ и др.

Отсутствие среди производителей единого подхода к картографическому обеспечению наземных навигационных систем в РФ, использование различных технологий и стандартов приводит к созданию разнородного навигационно-картографического пространства на территории страны. Это не позволяет равномерно обновлять (актуализировать) НБГД и в полном объеме удовлетворять требования пользователей к качеству картографической продукции.

В связи с этим важной задачей является упорядочение, контроль и планирование деятельности ведомств и предприятий, отвечающих за проведение работ в данной области.

Одним из наиболее оптимальных вариантов решения этой проблемы является разделение производственного процесса на три последовательных технологических этапа, каждый из которых отвечает за выполнение своего круга задач при создании НБГД.

Предполагается, что реализация предложенного ниже варианта построения единой системы картографического обеспечения наземных навигационных систем заложит основу для оказания навигационных услуг на современном уровне техники и технологий [21–24].

В представленном проекте концептуального документа применяется ряд терминов, понятия которых раскрыты ниже.

Картографическое обеспечение наземных навигационных систем представляет собой комплекс средств, методов и мероприятий, направленных на создание НБГД и доведение их до потребителей. Оно включает картографическую основу на районы действий мобильных объектов, навигационное оборудование, организацию бесперебойной работы этого оборудования, включая мероприятия по сбору навигационно-существенных данных, созданию и обновлению на их основе НБГД.

Навигационно-существенные данные – это геопространственные данные, имеющие отношение к решению задач наземной навигации.

Навигационно-существенные данные должны включать следующие обязательные обобщенные категории данных:

- транспортную сеть, представленную в виде графовой структуры, на каждый элемент которой определен перечень атрибутивной информации;
- условия и маневры движения мобильных объектов, ограничения и запреты движения и т. п.;
- точки интереса, информационные дорожные знаки, адресная информация и т. п.

Необязательные обобщенные категории:

- дополнительная информация структурирует географическое пространство для ориентирования и включает сведения о гидрографии, ландшафте, административно-территориальном делении, объектах землепользования и т. п.;
- справочная информация включает любую социальную, политическую, демографическую, культурную и другую информацию об объектах местности, не включенную в вышеперечисленные категории (например, расписания, перечень услуг, время действия услуги и наличие услуги).

НБГД представляет собой набор геопространственных данных, структура и содержание (модель данных) которых позволяют получать оптимальные по различным критериям маршруты перемещения мобильных объектов.

Единый геоинформационный фонд коллективного доступа представляет унифицированную НБГД, способную обеспечить функционирование всех возможных навигационных систем.

### Технологические решения по картографическому обеспечению наземных навигационных систем

В целях качественного повышения уровня производства навигационно-существенных данных и реализации концепции ИПД РФ представляется необходимым создание единой системы картографического обеспечения наземных навигационных систем. Основой данной системы должен стать единый геоинформационный фонд коллективного доступа.

На рис. 1 представлена область покрытия геоинформационного фонда коллективного доступа. Геоинформационный фонд содержит данные, которые представляют географические объекты в области покрытия. Область покрытия соответствует территории Российской Федерации. В качестве альтернативы область покрытия может соответствовать нескольким странам, например, Российская Федерация, Казахстан, Белоруссия и т. д.

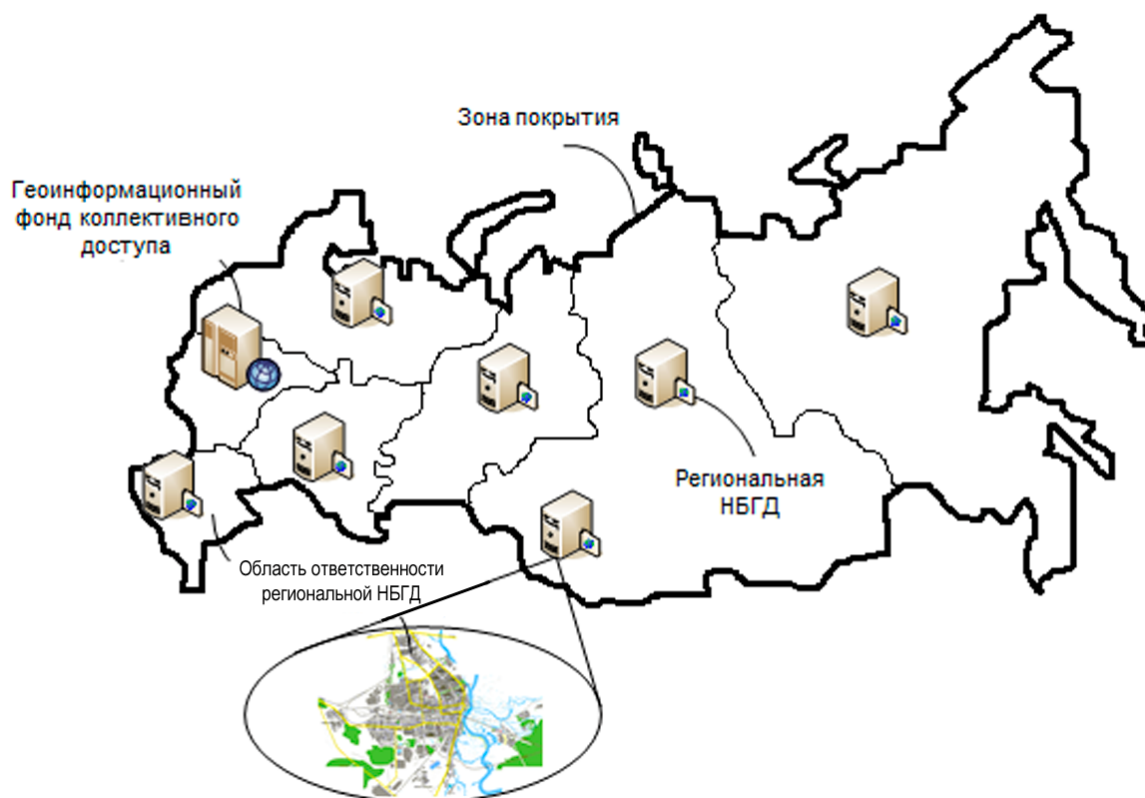


Рис. 1. Территориально-распределенная структурная схема геоинформационного фонда НБГД

Геоинформационный фонд объединяет в себе навигационно-существенные данные от региональных НБГД. Региональная НБГД содержит данные, которые представляют географические объекты в определенном регионе, входящем в область покрытия. Регион определяется в зависимости от степени пространственной детализации геоинформационного фонда коллективного доступа, например, это

может быть деление на округа или на области либо более детальное деление (оптимальным считается деление на области, например, Московская область, Республика Татарстан и т. п.).

В геоинформационном фонде на каждый регион организуется региональный раздел. Региональный раздел является копией региональной НБГД на определенный регион. Границы региона фиксируются изначально на момент создания распределенной системы геоинформационного обеспечения и прописываются в модели хранения данных геоинформационного фонда.

Геоинформационный фонд и региональные НБГД образуют распределенную систему картографического обеспечения наземных навигационных систем (рис. 2).

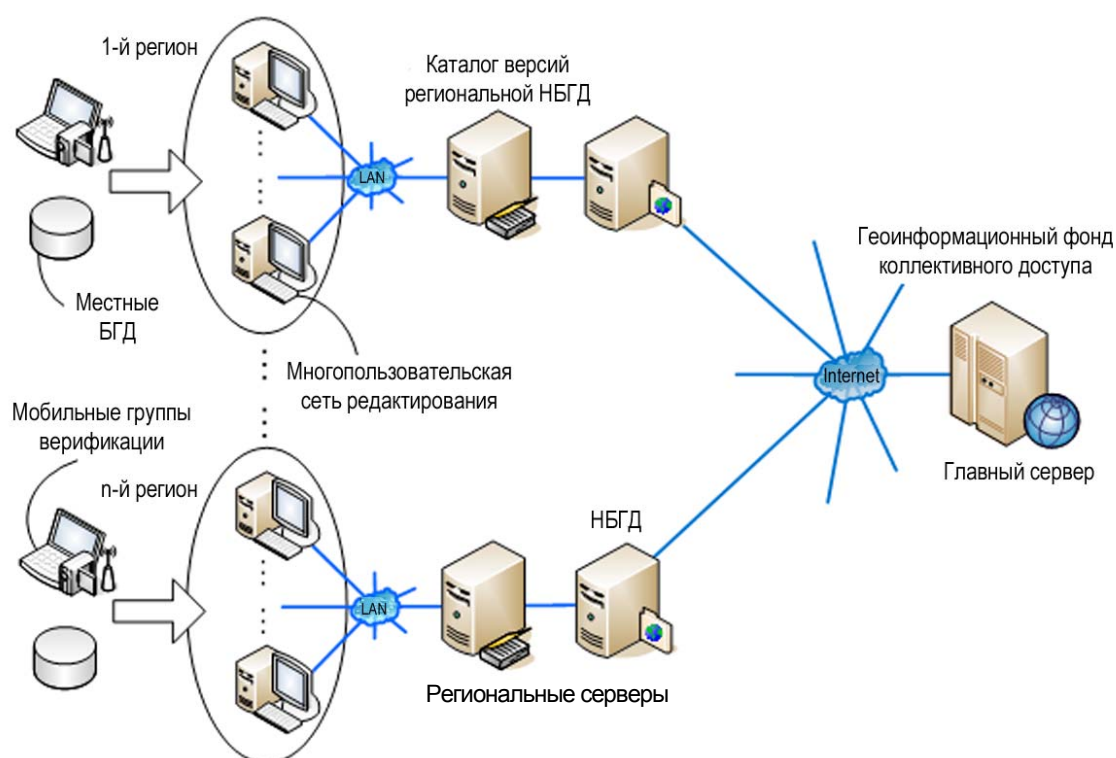


Рис. 2. Функциональная схема взаимодействия отдельных компонентов НБГД

Геоинформационный фонд хранится на главном сервере. Главный сервер осуществляет управляющую функцию над региональными серверами (на которых хранятся региональные НБГД) по сети Интернет. Каждый региональный сервер имеет многопользовательскую сеть редактирования, которая обеспечивает формирование и поддержание актуальности региональной НБГД на соответствующий регион. Источниками данных для обновления региональной НБГД являются различные местные базы пространственных данных (региональные, муниципальные и т. п.), мобильные группы верификации. Источниками данных для обновления геоинформационного фонда являются данные от региональных серверов.

Система картографического обеспечения осуществляет оперативный сбор и обновление данных об объектах местности, принадлежащих области покрытия. Обновление выполняется на основе синхронизации данных между фондом коллективного доступа и региональными НБГД. Каждая региональная НБГД имеет многопользовательскую сеть редактирования и каталог версий.

Функционирование системы должно включать три основных технологических уровня:

- сбор и обработка навигационно-существенных данных;
- формирование фонда коллективного доступа;
- обеспечение навигационно-существенными данными потребителей.

На первом технологическом уровне выполняется сбор навигационно-существенных данных в единой системе координат и в единой модели данных. Данные могут быть собраны с использованием различных технологий (мобильных групп, аэрокосмических снимков, беспилотных летательных аппаратов и т. п.). Сбор данных осуществляется согласно федеральному плану цифрового картографирования в границах определенных районов с соблюдением правил, предупреждающих конфликтные ситуации (протокол непротиворечивости собранных данных) между подрядчиками работ.

На втором уровне осуществляется формирование геоинформационного фонда коллективного доступа. НБГД формируется на основе данных, полученных на первом технологическом уровне. Ведущий сервер обеспечивает межрегиональную конкатенацию данных, управляет транзакциями обновления и хранит копию данных на все регионы. Все НБГД, составляющие геоинформационный фонд коллективного доступа, унифицированы по содержанию и применяемой СУБД.

Третий технологический уровень реализует операции, связанные с обеспечением потребителей навигационно-существенными данными. Модель данных и содержание фонда коллективного доступа должны позволять конвертировать исходный формат в любые форматы потребителей, представленные на рынке навигационных услуг в РФ. Конвертирование данных может осуществляться на любую территорию и в виде различных наборов элементов содержания.

Трехуровневый технологический подход включает в себя распределенную систему сбора навигационно-существенных данных и формирования фонда коллективного доступа. Система обеспечивает качественный контроль информационных потоков на каждом уровне и дифференцированное распределение геопространственных услуг между потребителями. Предложенная технологическая система позволит отказаться от неэффективного подхода к формированию НБГД, ориентированного на неконтрольное (со стороны государства и пользователя), самостоятельное производство, а также обеспечит внедрение передовой производительной системы.



### Заключение

Рассмотренный подход к картографическому обеспечению наземных навигационных систем, а именно – к созданию НБГД, дает возможность унифицировать работы в данной области деятельности на всей территории Российской Федерации, включая отдельно взятые регионы; разработать механизм интегрирования картографической продукции, которая в полной мере соответствует международным стандартам; повысить эффективность картографо-геодезических работ и снизить затраты (финансовые и временные) на их выполнение. Кроме того, отечественные и зарубежные производители картографической продукции могут напрямую участвовать в пополнении и обновлении этой базы на рыночных условиях. Пользователями данной информации могут быть владельцы любых устройств, решающих задачи навигации, как на территории России, так и за рубежом.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лисицкий Д. В., Радченко Л. К. Навигационная картография – проблемы и задачи // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016. XII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 18–22 апреля 2016 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. Т. 1. – С. 91–93.
2. Утробина Е. С. Некоторые аспекты навигационной картографии // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск : СГГА, 2013. Т. 2. – С. 31–35.
3. Дубровина С. В., Канделаки К. Г. Проблемы создания автонавигационных карт и пути их решения // Всероссийский журнал научных публикаций – 2013. – № 5 (20). – С. 12–14.
4. Платонов П. Л. Картографическое обеспечение автомобильных навигационных систем : автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – М., 2012. – 26 с.
5. Платонов П. Л. Использование ДДЗЗ в автонавигационном картографировании // Геоматика. – 2010. – № 2 (7). – С. 60–67.
6. Живичин А. Н., Флегонтов А. В., Воробьев А. О. Развитие навигации в России // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 1. – С. 30–32.
7. Осипов Г. К., Присяжнюк А. С., Ефимов А. С. Теоретические и методические основы формирования объектно-ориентированной информационной модели навигационной базы данных // Информация и космос. – 2013. – № 1. – С. 35–40.
8. Методика формирования плана создания открытых цифровых навигационных карт и планов городов на территорию Российской Федерации / Г. К. Осипов, А. С. Присяжнюк, А. Г. Осипов, Ю. Н. Симонов // Информация и космос. – 2013. – № 1. – С. 41–47.
9. Флегонтов А. В. Методологические основы получения, анализа и оценки пространственно-временной ситуации // Проблемы топогеодезического и навигационного обеспечения ВС РФ в период реформирования : тез. научн. техн. конф. – М. : 29 НИИ МО РФ, 2001. – С. 165–173.
10. Флегонтов А. В. Метод геопространственной привязки мобильных средств с применением аппаратуры потребителей спутниковой навигационной аппаратуры // Проблемы топогеодезического и навигационного обеспечения ВС РФ в период реформирования : тез. научн. техн. конф. – М. : 29 НИИ МО РФ, 2001. – С. 115–121.
11. Мартыненко А. И., Карачевцева И. П. Методика обновления системы электронных автодорожных карт на основе многоуровневой модели базы пространственных данных // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2006. – № 1. – С. 161–165.

12. Крылов С. А., Дубровина С. В., Плотников И. В. Создание цифровых картографических основ автонавигационных карт // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № 4. – С. 46–51.
13. Комосов Ю. А. Оптимизация требований к государственным навигационным картам для автомобильного транспорта // Геодезия и картография. – 2010. – № 4. – С. 39–42.
14. Утробина Е. С., Кокорина И. П. Мобильные картографические приложения для охотников и рыболовов // Вестник СГУГиТ. – 2019. – Т. 24, № 1. – С. 119–134.
15. Вахрушева А. А. Технологии позиционирования в режиме реального времени // Вестник СГУГиТ. – 2017. – Т. 22, № 1. – С. 170–177.
16. О навигационной деятельности [Электронный ресурс] : федер. закон от 14.02.2009 № 22-ФЗ (ред. от 13.07.2015). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
17. Концепция создания и развития инфраструктуры пространственных данных Российской Федерации [Электронный ресурс] : распоряжение Правительства Российской Федерации от 21.08.2006 № 1157-р. – Режим доступа: <http://economy.gov.ru>.
18. Федеральная целевая программа «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на 2012–2020 годы» [Электронный ресурс] : постановление Правительства РФ от 03.03.2012 № 189. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
19. Редакционно-технические указания на выполнение работ по обновлению цифровых навигационных карт масштабов 1 : 25 000, 1 : 50 000, 1 : 100 000 в государственной системе координат на территориях субъектов Российской Федерации. – М. : АО «Роскартография», 2017. – 153 с.
20. Редакционно-технические указания на выполнение работ по обновлению цифровых навигационных планов городов масштаба 1 : 10 000 в государственной системе координат на территориях субъектов Российской Федерации. – М. : АО «Роскартография», 2017. – 186 с.
21. Евраз. пат. 013011 Российская Федерация. Способ обновления и использования картографических данных и пространственно-распределенная гибридная навигационная система для его реализации. – № 200900801 ; заявл. 01.06.2009 ; опубл. 26.02.2010, Бюл. № 1. – 27 с.
22. Евраз. пат. 012147 Российская Федерация. Способ интерактивного навигационно-туристического средства в реальном времени и устройство для его реализации. – № 200802193 ; заявл. 17.10.2008 ; опубл. 28.08.2009, Бюл. № 4. – 13 с.
23. Пат. 2559343 Российская Федерация. Система оперативного составления и использования мобилизационных карт при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – № 2014111304/28 ; заявл. 26.03.2014 ; опубл. 10.08.2015, Бюл. № 22. – 9 с.
24. Пат. 2559340 Российская Федерация. Система оперативного составления мобилизационных карт при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – № 2014111303/28 ; заявл. 26.03.2014 ; опубл. 10.08.2015, Бюл. № 22. – 13 с.

Получено 17.04.2019

© А. В. Флегонтов, Г. Б. Воронов, В. Н. Смирнов, Г. А. Задубина, 2019

## **CARTOGRAPHIC SUPPORT OF GROUND NAVIGATION SYSTEMS**

*Aleksandr V. Flegontov*

27 Central Research Institute of the Ministry of Defense of the Russian Federation (Research Center for Topographic and Navigation Support), 6, Rubtsovsko-Dvortsovaya St., Moscow, 107014, Russia, D. Sc., Professor, Chief Researcher, phone: (499)269-69-00, e-mail: [zfleg@yandex.ru](mailto:zfleg@yandex.ru)

**Gennadij B. Voronov**

MIREA – Russian Technological University, 78, Prospekt Vernadskogo St., Moscow, 119454, Russia, Ph. D., Associate professor, Department of General Informatics, phone: (499)215-65-65 (dob. 40–50), e-mail: VoronovMGU@mail.ru

**Vladislav N. Smirnov**

27 Central Research Institute of the Ministry of Defense of the Russian Federation (Research Center for Topographic and Navigation Support), 6, Rubtsovsko-Dvortsovaya St., Moscow, 107014, Russia, Senior Researcher, phone: (499)269-30-96, e-mail: vlad\_79@mail.ru

**Galina A. Zadubina**

27 Central Research Institute of the Ministry of Defense of the Russian Federation (Research Center for Topographic and Navigation Support), 6, Rubtsovsko-Dvortsovaya St., Moscow, 107014, Russia, Senior Researcher, phone: (499)269-75-10

At present, there are many enterprises engaged in the field of cartographic support of ground navigation systems in the Russian Federation. The products produced by these agencies are not brought to a single standard. The solution of the problem of regulation, control and planning of activities of departments and enterprises responsible for the work in the field of cartographic support of ground navigation systems in the Russian Federation comes to the fore. The article considers the solution to this problem by creating a unified system of cartographic support of ground navigation systems, the basis of which should be a single geographic information Fund of public access, built on the navigation database of geographical data. The technological levels of the system operation are presented. It is assumed that this approach will allow to unify the work in the field of cartographic support of ground navigation systems in the territory of the Russian Federation, as well as to increase their efficiency and reduce the cost of their implementation.

**Key words:** car navigation map, road network graph, geospatial information, spatial data infrastructure, navigation database of geographic data, cartographic support, ground navigation system, navigation-essential data, geoinformation fund of public access.

## REFERENCES

1. Lisitskiy, D. V., & Radchenko, L. K. (2016). Navigation cartography - problems and tasks. In *Sbornik materialov Interekspo GEO-Sibir'-2016: Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii: T. 1. Geodeziya, geoinformatika, kartografiya, marksheyderiya [Proceedings of GEO-Siberia-2016: International Scientific Conference: Vol. 1. Geodesy, Geoinformatics, Cartography, Mine Surveying]* (pp. 91–93). Novosibirsk: SSUGT Publ. [in Russian].
2. Utrobina, E. S. (2013). Some aspects of navigational cartography. In *Sbornik materialov Interekspo GEO-Sibir'-2013: Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii: T. 2. Geodeziya, geoinformatika, kartografiya, marksheyderiya [Proceedings of GEO-Siberia-2013: International Scientific Conference: Vol. 2. Geodesy, Geoinformatics, Cartography, Mine Surveying]* (pp. 31–35). Novosibirsk: SGGGA Publ. [in Russian].
3. Dubrovina, S. V., & Kandelaki, K. G. (2013). Problems of creating car navigation maps and ways to solve them. *Vserossiyskiy zhurnal nauchnykh publikatsiy [All-Russian Journal of Scientific Publications]*, 5(20), 12–14 [in Russian].
4. Platonov, P. L. (2012). Cartographic support of car navigation systems. *Extended abstract of candidate's thesis*. Moscow, 26 p. [in Russian].
5. Platonov, P. L. (2010). Use of remote sensing data in car navigation mapping. *Geomatika [Geomatiks]*, 2(7), 60–67 [in Russian].

6. Zhivichin, A. N., Flegontov, A. V., & Vorob'ev, A. O. (2012). The development of navigation in Russia. SIC 27 Central Research Institute of the Ministry of Defense of the Russian Federation, LLC TeleProvodnik. *Izvestiya vuzov. Geodeziya i aerofotos'emka [Izvestiya Vuzov. Geodesy and Aerophotography]*, 1, 30–32 [in Russian].
7. Osipov, G. K., Prisyazhnyuk, A. S., & Efimov, A. S. (2013). Theoretical and methodological foundations of the formation of an object-oriented information model of the navigation database. *Informatsiya i kosmos [Information and Space]*, 1, 35–40 [in Russian].
8. Osipov, G. K., Prisyazhnyuk, A. S., Osipov, A. G., & Simonov, Yu. N. (2013). Methods of forming a plan for creating open digital navigation maps and city plans for the territory of the Russian Federation. *Informatsiya i kosmos [Information and Space]*, 1, 41–47 [in Russian].
9. Flegontov, A. V. (2001). Methodological bases for obtaining, analyzing and evaluating the space-time situation. In *Tezisy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii: Problemy topogeodezicheskogo i navigatsionnogo obespecheniya VS RF v period reformirovaniya [Abstracts of the Scientific and Technical Conference: Problems of Topogeodesic and Navigation Support for the Armed Forces of the Russian Federation during the Period of Reform]* (pp. 165–173). Moscow: 29 Research Institute of the Ministry of Defense of the Russian Federation Publ. [in Russian].
10. Flegontov, A. V. (2001). Methodological bases for obtaining, analyzing and evaluating the space-time situation. In *nauchno-tekhnicheskoy konferentsii: Problemy topogeodezicheskogo i navigatsionnogo obespecheniya VS RF v period reformirovaniya [Abstracts of the Scientific and Technical Conference: Problems of Topogeodesic and Navigation Support for the Armed Forces of the Russian Federation during the Period of Reform]* (pp. 115–121). Moscow: 29 Research Institute of the Ministry of Defense of the Russian Federation Publ. [in Russian].
11. Martynenko, A. I., & Karachevtseva, I. P. (2006). Methods of updating the electronic roadmap system based on a multi-level spatial database model. *Izvestiya vuzov. Geodeziya i aerofotos'emka [Izvestiya Vuzov. Geodesy and Aerophotography]*, 1, 161–165 [in Russian].
12. Krylov, S. A., Dubrovina, S. V., & Plotnikov, I. V. (2014). Creation of digital cartographic bases of car navigation maps. *Izvestiya vuzov. Geodeziya i aerofotos'emka [Izvestiya Vuzov. Geodesy and Aerophotography]*, 4, 46–51 [in Russian].
13. Komosov, Yu. A. (2010). Optimization of requirements for state navigation maps for road transport. *Geodeziya i kartografiya [Geodesy and Cartography]*, 4, 39–42 [in Russian].
14. Utrobina, E. S., & Kokorina, I. P. (2019). Mobile mapping applications for hunter and fishermen. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 24(1), 119–134 [in Russian].
15. Vakhrusheva A. A. (2017). Positioning technologies in real time. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 22(1), 170–177 [in Russian].
16. Federal Law of February 14, 2009 No. 22–FZ (ed. July 13, 2015). On Navigation Activity. Retrieved from Consultant Plus online database [in Russian].
17. Order of the Government of the Russian Federation of August 21, 2006 No. 1157-p. The concept of creation and development of the spatial data infrastructure of the Russian Federation. Retrieved from <http://economy.gov.ru> [in Russian].
18. Decree of the Government of the Russian Federation of March 3, 2012 No. 189. Federal target program "Maintenance, development and use of the GLONASS system for 2012–2020". Retrieved from Consultant Plus online database [in Russian].
19. Editorial and technical instructions on the implementation of work on updating digital navigation maps of 1 : 25 000, 1 : 50 000, 1 : 100 000 scales in the state coordinate system in the territories of the constituent entities of the Russian Federation. (2017). Moscow: JSC Roskartografiya, 153 p. [in Russian].
20. Editorial and technical instructions on the implementation of work on updating the digital navigation plans of cities of 1 : 10 000 scale in the state coordinate system in the territories of the constituent entities of the Russian Federation. (2017). Moscow: JSC Roskartografiya, 186 p. [in Russian].

21. Eurasian patent 013011 Russian Federation No. 200900801. A method for updating and using cartographic data and a spatially distributed hybrid navigation system for its implementation [in Russian].

22. Eurasian patent 012147 Russian Federation No. 200802193. The method of an interactive navigation and tourist facility in real time and the device for its implementation [in Russian].

23. Patent 2559343 Russian Federation No. 2014111304/28. The system of operational compilation and use of mobilization cards in the aftermath of emergency situations [in Russian].

24. Patent 2559340 Russian Federation No. 2014111303/28. The system of operational compilation of mobilization cards in emergency response [in Russian].

Received 17.04.2019

© *A. V. Flegontov, G. B. Voronov, V. N. Smirnov, G. A. Zadubina, 2019*