

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ

DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-3-619-627

PROSPECTS OF INTRODUCING UNMANNED NAVIGATION ON INLAND WATERWAYS OF THE RUSSIAN FEDERATION

V. V. Karetnikov, I. V. Pashchenko, A. I. Sokolov

Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping,
St. Petersburg, Russian Federation

The article examines the potential for the implementation of robotic water transport facilities (RWTF) on the inland waterways of the Russian Federation. In addition, the article reviews the infocommunication technologies of the industry, which can be used in the implementation of the RWTF. Logistics is an essential expense item for many companies. Reducing of logistics costs can significantly improve the profitability of the business, so leading retailers and transport service providers are working to create autonomous logistics systems, a new direction is the creation of unmanned river vessels that can affect business much more than other systems.

Unmanned river vessels are vehicles that can drive in an autonomous or semi-autonomous mode. Such vessels do not need a crew, cabins, crew life support systems and high superstructures, which impair the fuel efficiency of the vessel. The future, which a decade ago seemed like science fiction, today is the business of the next few years. At present, unmanned vessels are already being tested and, according to experts, they will be used in inland navigation in the next 5 years. In international navigation, this is a prospect of 10 – 15 years, since it will be necessary to develop relevant international legislation, which will take time.

In the basic variant, it is planned to remove the bridge, superstructures, crew accommodation, water distribution, sewerage and air conditioning systems, as well as power supply equipment. Due to this, remotely controlled vessels of similar sizes will be approximately five percent lighter than ships with crew. The same vessels will consume less fuel, and due to the release of additional space they will be able to transport more cargo. In order to ensure high reliability, many control and monitoring systems of the surrounding space will need to be duplicated. The ideas of creating soup-free civil courts have been voiced for a long time, but the first practical steps in this direction were taken only a few years ago.

Keywords: robotic facilities of water transport, GNSS GLONASS, inland waterways, monitoring system, control and correction station, differential field, safety of navigation.

For citation:

Karetnikov, Vladimir V., Ivan V. Pashchenko, and Andrei I. Sokolov. "Prospects of introducing unmanned navigation on inland waterways of the Russian Federation." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 9.3 (2017): 619–627. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-3-619-627.

УДК 656.62/629.783/621.396.932

ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ БЕЗЭКИПАЖНОГО СУДОХОДСТВА НА ВНУТРЕННИХ ВОДНЫХ ПУТЯХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В. В. Каретников, И. В. Пашченко, А. И. Соколов

ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова»,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

В статье рассматриваются потенциальные возможности внедрения на внутренних водных путях Российской Федерации роботизированных объектов водного транспорта. Кроме того, в статье проведен обзор эксплуатируемых в отрасли инфокоммуникационных технологий, которые могут быть использованы при внедрении роботизированных объектов водного транспорта. Логистика является существенной статьей расходов для многих компаний. Снижение логистических расходов может существенно повы-

силь рентабельность бизнеса, поэтому ведущие ритейлеры и поставщики транспортных услуг работают над созданием автономных логистических систем. Одним из новых направлений является создание беспилотных речных судов, которые могут повлиять на бизнес намного больше других систем.

Беспилотные речные суда — это транспорт, который может осуществлять движение в автономном или полуавтономном режиме. На таких судах не нужен экипаж, каюты, системы жизнеобеспечения экипажа и высокие надстройки, ухудшающие топливную эффективность судна. В настоящее время ведутся испытания безэкипажных судов, и, по прогнозам специалистов, они начнут эксплуатироваться во внутреннем плавании в ближайшие пять лет. В международном плавании — это перспектива 10 – 15 лет, поскольку потребуется выработка соответствующего международного законодательства, на что понадобится время.

В базовом варианте с судов планируется убрать капитанский мостик, надстройки, жилые помещения для экипажа, системы водораспределения, канализации и кондиционирования, а также оборудование электроснабжения. Благодаря этому дистанционно управляемые суда при схожих размерах будут примерно на 5 % легче кораблей с экипажем, станут потреблять меньше топлива, и, благодаря освобождению дополнительного пространства, смогут перевозить больше грузов. При этом для обеспечения высокой надежности потребуется продублировать многие системы управления и контроля окружающего пространства. Идеи создания безэкипажных гражданских судов высказываются уже давно, однако первые практические шаги в эту сторону были предприняты лишь несколько лет назад.

Ключевые слова: роботизированный объект водного транспорта, ГНСС ГЛОНАСС, внутренние водные пути, система мониторинга, контрольно-корректирующая станция, дифференциальное поле, безопасность мореплавания.

Для цитирования:

Каретников В. В. Перспективы внедрения безэкипажного судоходства на внутренних водных путях Российской Федерации / В. В. Каретников, И. В. Пашенко, А. И. Соколов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2017. — Т. 9. — № 3. — С. 619–627. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-3-619-627.

Введение

В настоящее время у специалистов внутреннего водного транспорта (ВВТ) значительный интерес вызывают вопросы, связанные с разработкой роботизированных объектов водного транспорта (РОВТ), с последующим их внедрением и эксплуатацией. При внедрении таких объектов на ВВТ особое значение имеет наличие необходимой инфраструктуры, которая должна обеспечить непрерывный контроль и управление РОВТ. Кроме того, все участники транспортного процесса на внутренних водных путях (ВВП) РФ должны обладать достаточной информацией о перемещении РОВТ, это необходимо для обеспечения высокого уровня безопасности судоходства. Таким образом, логичным может считаться объединение инфокоммуникационных потоков как от береговой инфраструктуры, так и от участников транспортного процесса [1] – [3]. Подобное объединение на морском транспорте осуществляется в соответствии с концепцией e-Navigation, которая подразумевает создание единой информационной среды.

Методы и материалы

Установка современных средств навигации и связи на речных судах уже сейчас является одним из обязательных требований безопасности, без соблюдения которых ни одно судно не имеет права совершать рейсы и заходить в порты. Вероятно, в перспективе список таких требований расширится за счет широкомасштабного внедрения инструментальных методов навигации на ВВП РФ, основанных на использовании электронных навигационных карт ВВП РФ и высокоточного режима местоопределения ГНСС ГЛОНАСС.

Внедрение РОВТ на ВВП РФ потребует развития как средств обработки и распределения информации, так и развития береговых инфокоммуникационных систем в целом, что в сочетании с необходимостью применения цифровых технологий передачи данных и внедрением средств вычислительной техники для обработки информации в процессе ее передачи обуславливает необходимость применения современных систем связи для организации обмена информацией в интересах решения прикладных задач ВВТ [3] – [5]. Результатом такого взаимодействия является

интеграция и конвергенция существующих систем связи и информатизации ВВТ в телекоммуникационные и, соответственно, в инфокоммуникационные системы. Указанные мероприятия, вероятно, позволят сформировать на ВВП РФ полноценную береговую инфраструктуру, которая может быть использована для обеспечения работы РОВТ различного назначения [5], [6].

Кроме того, использование элементов концепции e-Navigation обеспечит возможность унификации РОВТ как при работе на ВВП, так и в морских районах. Здесь необходимо отметить, что на ВВП РФ ведутся работы по внедрению элементов указанной концепции, где предусмотрено развертывание речных автоматизированных систем управления движением судов (АСУДС) с центрами управления движением судов (ЦУДС) [7] – [9]. Структура речной АСУДС при взаимодействии с РОВТ представлена на рис. 1. В этом случае источниками информации о судоводной обстановке являются системы УКВ / КВ-радиосвязи, береговые радиолокационные станции (БРЛС), базовые станции автоматизированной информационной системы (АИС), система видеонаблюдения. Определение местоположения судов, как правило, обеспечивается с помощью глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС) GPS/ГЛОНАСС и ее функциональных дополнений [10].

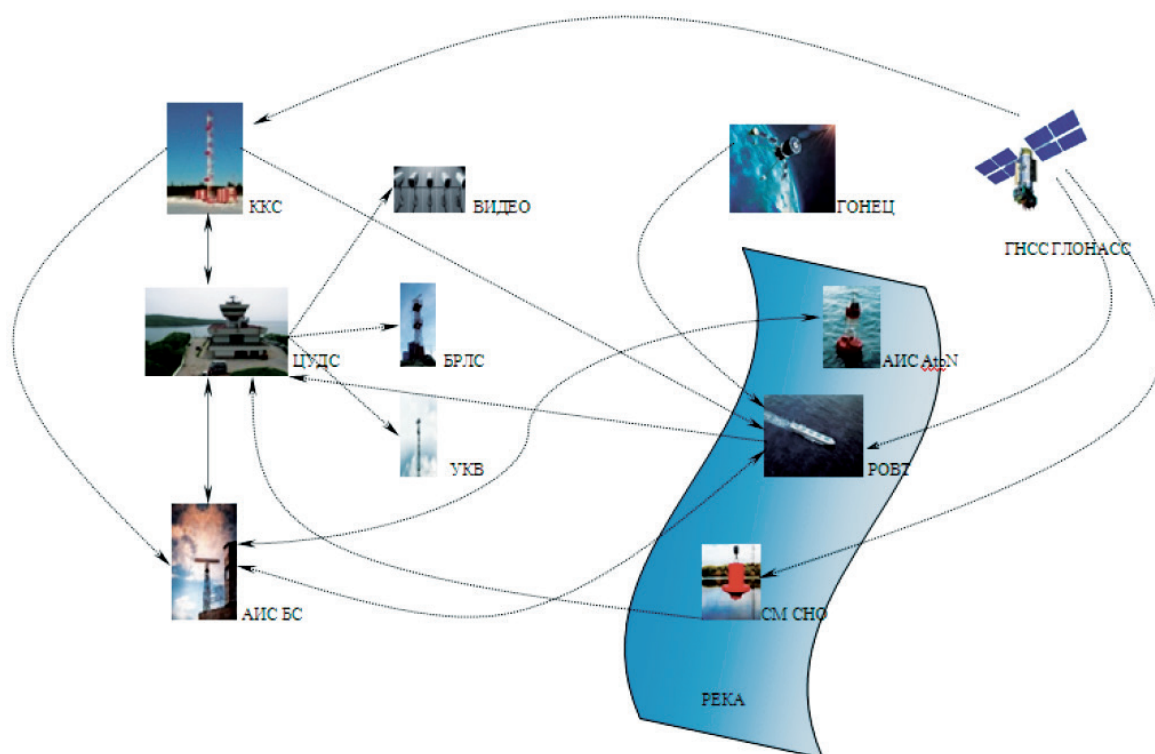


Рис. 1. Структура речной АСУДС

Обсуждение

Основу инфокоммуникационной системы, способной обеспечивать функционирование РОВТ, будет составлять АСУДС, которая должна осуществлять мониторинг РОВТ на всем протяжении ВВП РФ (см. рис. 1). Местоопределение РОВТ должно производиться автоматически с точностью не более 1 м. В данный момент на ВВП РФ функционирует дифференциальная система, обеспечивающая точность определения не более 5 м на расстоянии от контрольно-корректирующей станции (ККС) до 500 км. В настоящее время на ВВП РФ на базе ККС, работающих в СВ-диапазоне, построена достаточно обширная сеть ЛДПС ГНСС ГЛОНАСС/GPS, формирующая для нужд ВВТ высокоточное радионавигационное поле дифференциальной поправки ГНСС ГЛОНАСС [11].

Для формирования такого поля на единой глубоководной системе Европейской части ВВП РФ внедрены следующие ККС: ККС «Шепелево»; ККС «Шексна»; ККС «Ростов на Дону»;

ККС «Нижний Новгород»; ККС «Волгоград»; ККС «Казань»; ККС «Самара»; ККС «Саратов»; ККС «Астрахань». Их зоны действия показаны на рис. 2. Как отмечалось ранее, АСУДС производит мониторинг движения судов в зоне своей ответственности в том числе с использованием АИС. АИС обеспечивает автоматический обмен навигационной и иной информацией, связанной с безопасностью мореплавания, между судовыми и другими станциями АИС по специальному УКВ-каналу радиосвязи.

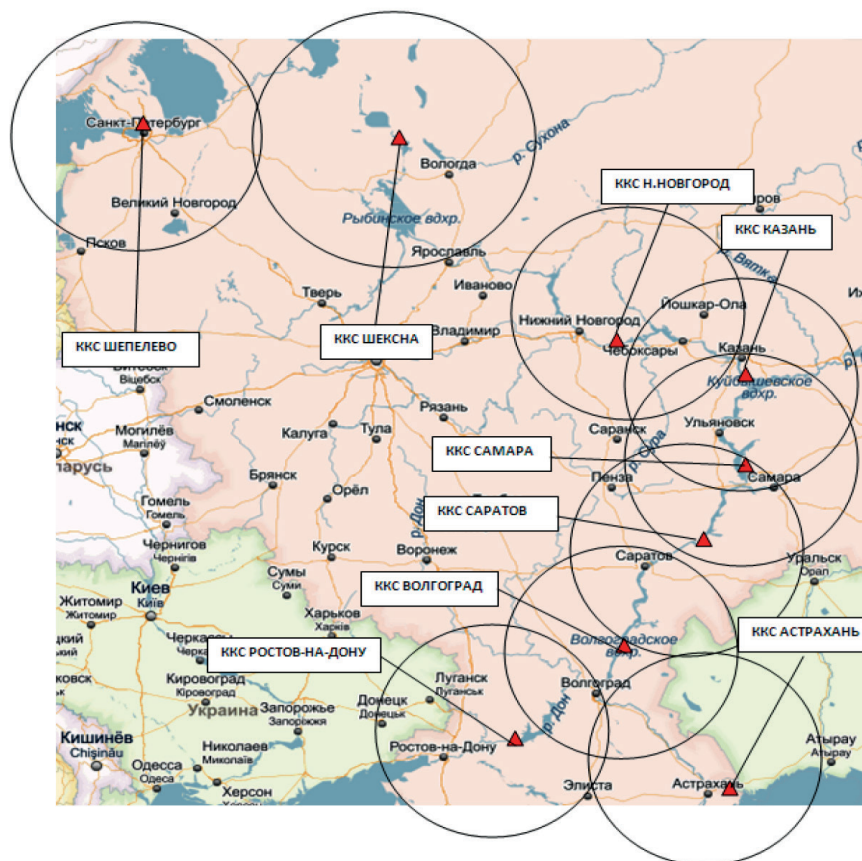


Рис. 2. Актуальное дифференциальное поле
Единой глубоководной системы европейской части РФ

В целях обеспечения унификации и стандартизации АИС в Регламенте Радиосвязи морской подвижной службы (МПС) закреплено для использования в АИС два международных канала: AIS-1 (87В — 161,975 МГц) и AIS-2 (88В — 162,025 МГц), которые должны использоваться повсеместно, за исключением регионов с особым частотным регулированием [12]. Указанные каналы используются и на ВВП РФ. Таким образом достигается унификация технологии АИС для морских районов и районов ВВП РФ, что особенно актуально для судов «река — море» плавания. Дальность распространения УКВ-радиоволн на ВВП РФ обычно не превышает 30 – 50 км. В случае, если зона ответственности АСУДС больше, можно использовать приемопередающие ретрансляторы, связанные между собой оптоволоконной или радиорелейной связью.

Результаты

Обеспечение эффективности мониторинга РОВТ в АСУДС возможно только с использованием береговых радиолокационных систем (БРЛС). В таком случае в состав АСУДС должна входить, по меньшей мере, одна БРЛС. Понятно, что в идеале радиолокационное наблюдение с помощью БРЛС должно быть реализовано на всем протяжении магистральных участков ВВП РФ [13]. Это возможно путем установки цепи БРЛС, связанных с АСУДС. Понятно, что использование только наземных каналов УКВ-связи не всегда обеспечит необходимую надежность системы. В ка-

честве дублирующих каналов связи может быть использована GSM-связь, которая обеспечивает широкополосный доступ передачи информации. Основным недостатком этого канала является необходимость оплаты предоставления услуг связи. Однако по своим техническим возможностям данный канал связи весьма привлекателен [14].

Введенная в эксплуатацию отечественная многофункциональная система персональной спутниковой связи (МСПСС) «Гонец-Д1М» представляется необходимым сегментом для построения современной инфокоммуникационной системы. МСПСС «Гонец Д1М» в настоящее время обеспечивает покрытие европейской части ВВП РФ и создает возможность передачи данных. Недостатком является требование оплаты трафика. Возможность применения МСПСС «Гонец-Д1М» для использования в качестве резервного канала связи с РОВТ подтверждается результатами натурных испытаний, проведенных на борту теплохода «река — море» «Вадим Тюрнев», в период плавания. МСПСС «Гонец-Д1М» способна обеспечить при работе с РОВТ на ВВП РФ:

- обмен сообщениями с абонентами сетей общего пользования;
- доставку на суда и другим пользователям метеорологической информации;
- возможность отслеживать перемещение судов и других мобильных объектов посредством передачи их координат в диспетчерские центры средствами системы «Гонец»;
- связь между судами и другими абонентами на ВВП РФ;
- возможность отправки сигналов бедствия;
- связь с береговыми службами;
- сбор и передача различных телеметрических данных с судов (скорость хода, запас горючего и т. д.) и различных отраслевых объектов;
- экстренное оповещение регионов при угрозе ЧС [15].

При мониторинге движения РОВТ в некоторых случаях необходимо задействование каналов для передачи видеoinформации. Данная потребность может быть реализована только через канал связи GSM. Кроме мониторинга система должна осуществлять управление движением судов. Перед выходом РОВТ в рейс должна быть произведена загрузка маршрута в специализированную бортовую ЭВМ судна. Маршрут состоит из набора путевых точек, которые привязаны к географическим координатам. Количество точек может быть бесконечно большим, оно будет определяться специальной программой, которая может быть установлена, в том числе, и на самом РОВТ [16]. Данный маршрут, а также информация об осадке, габаритах и другие данные также должны передаваться на все АСУДС, в зоне действия которых пролегает маршрут РОВТ. Каждая АСУДС должна проанализировать данную информацию и подтвердить возможность проводки РОВТ по зоне ответственности. После чего РОВТ может начинать движение по путевым точкам, привязанным к географической сетке координат. АСУДС осуществляет мониторинг движения РОВТ по маршруту и в случае необходимости передает на БС корректирующую информацию. В задачу БС входит расчет управляющего воздействия с целью выхода на следующую путевую точку. Данные алгоритмы уже рассмотрены в ряде научных трудов (включая учет ветра и течения), частично реализованы в ряде адаптивных авторулевых, учитывающих показания автоматических указателей скорости поворота судна. Также существуют алгоритмы движения судна по путевым потокам при расхождении и маневрировании [17]. Соответственно необходима адаптация существующих алгоритмов для использования на РОВТ. Данная задача вполне реализуема, и основным условием для этого является возможность внесения корректирующей информации, как минимум, двумя независимыми способами (спутниковые и береговые системы связи).

Для осуществления безопасности РОВТ необходимо, чтобы все плавучие средства, в том числе и навигационные плавучие знаки, были оборудованы транспондерами АИС. Тогда АСУДС сможет осуществлять мониторинг всех участников движения и знать их фактическое местонахождение, в том числе и навигационного оборудования [18]. Это должно касаться как грузовых, так и судов технического обслуживания, а также пассажирских и частных судов, независимо от того, экипажные они или нет (данное условие в основном реализовано).

Для повышения безопасности на РОВТ должна быть задействована функция оповещения для случая, если РЛС РОВТ обнаружит опасный объект, находящийся на его пути или идущий на опасное сближение и не излучающий сигналы идентификации (например, гребная лодка, плот, неопознанный плавающий объект), с помощью функции автоматического захвата целей, уже реализованной в современных САРП [19]. Особенно опасной представляется ситуация, когда неопознанный объект находится не в зоне действия РЛС АСУДС. В этом случае необходимо включение дополнительных каналов связи и получения по ним РЛС и / или видео непосредственно с самого РОВТ. Должны быть установлены специальные посты, оснащенные быстрыми средствами передвижения, на которых в случае необходимости технические специалисты и спасатели могли бы в кратчайшие сроки добраться до РОВТ, пославшего сигнал бедствия [20].

Особое внимание следует уделить таким операциям как швартовка к причалу, постановка на якорь (в речных условиях постановка на кормовой и носовой якорь), шлюзование. Во время этих операций возможен переход на непосредственное дистанционное управление двигателями рулевым устройством, подруливающим и якорным устройством. Подобное дистанционное управление уже применяется в различных транспортных системах с использованием GSM, спутниковых и других каналов связи. Также необходимо рассмотреть вопросы оценки многоуровневой электромагнитной защищенности информационных каналов (ЭМЗИК) радиосвязи и местоопределения, а также ее влияние на эффективность АСУДС. В ряде работ, посвященных данной тематике, представлены математические модели и алгоритмы модели ЭМЗИК для таких систем, на основе которых происходит оценка потенциального количества совместимых каналов радиосвязи и местоопределение.

Техническое оснащение РОВТ должно включать необходимые системы связи и навигации, позволяющие безопасно и эффективно эксплуатировать РОВТ на водных путях. К такому техническому оснащению относятся навигационные комплексы, основанные на приемниках спутниковой навигации, приёмопередатчики в УКВ-диапазоне, радиолокационные станции в сантиметровом и миллиметровом диапазоне частот, терминалы спутниковой связи, системы видеорегистрации, специализированные ЭВМ для движения по путевым точкам с учетом ветра и течения с авторулевым и измерителем скорости поворота и другое дополнительное оборудование.

Одним из перспективных мест для натурных испытаний РОВТ может считаться акватория реки Нева в районе г. Шлиссельбург. Расположение Шлиссельбурга выгодно тем, что он находится в месте выхода из Ладожского озера в реку Неву. В данном месте возможно проведение «обкатки» экспериментальных моделей РОВТ в тестовом режиме как для морских, так и для речных режимов плавания. Имеется достаточно водного пространства для подобных испытаний, а также необходимая инфраструктура: судоремонтная база, причалы, источники промышленных помех (заводы, ЛЭП и др.), имеется возможность использования всех видов связи (УКВ, GSM, спутниковая связь), сплошное перекрытие полем дифференциальных поправок. Кроме того, в Шлиссельбурге расположен ЦУДС, где внедрены элементы системы мониторинга плавучей навигационной обстановки.

Выводы

Для реализации задачи внедрения РОВТ на ВВП РФ есть все технические возможности. Во-первых, это возможность точного местоопределения. Во-вторых, это возможность передачи данных с использованием береговых и спутниковых информационных каналов. В данной статье рассмотрена инфокоммуникационная система, осуществляющая мониторинг и управление РОВТ на всем протяжении маршрута. Инновационность данной системы заключается в возможности управления «простыми» судами, не обеспеченными сложными системами искусственного интеллекта, что не делает их слишком дорогими. Данная система является «умной», так как в ней используется бесплатная цифровая транкинговая УКВ-связь, а при необходимости мгновенно могут быть задействованы дублирующие системы связи, обеспечивающие необходимый трафик информации в автоматическом режиме.

Необходимо в первую очередь:

- исследование канала связи «судно — АСУДС» на предмет передачи судовой радиолокационной информации в УКВ-диапазоне;
- исследование спутниковых каналов связи на предмет возможности передачи технических и управляющих сигналов;
- исследование электромагнитной совместимости на предмет использования новых каналов связи;
- проведение экспериментальной проводки тестовых образцов РОВТ по путевым точкам.

Заключение

На сегодняшний день в мире не существует гражданских безэкипажных судов, для этого нужны не только интеллектуальные бортовые системы, но и соответствующая инфраструктура береговых сервисов, спутниковых систем, а также изменение законодательной и нормативной базы. Успешная реализация данного проекта приведет к лидерству российских компаний и технологий в целевых сегментах мирового рынка. Безэкипажное судовождение, несомненно, повысит эффективность и безопасность перевозок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каретников В. В. К вопросу построения автоматизированной системы мониторинга параметров высокоточного навигационного поля / В. В. Каретников, И. В. Пашенко, А. И. Соколов, И. Г. Кузнецов // Морская радиоэлектроника. — 2015. — № 2 (52). — С. 24–27.
2. Многофункциональная система персональной спутниковой связи и передачи данных с космических аппаратов на низких орбитах «Гонец-Д1М». [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.gonets.ru/> (дата обращения: 12.11.2015).
3. Каретников В. В. Развитие и перспективы современных инфокоммуникационных систем для обеспечения судоходства на внутренних водных путях России / В. В. Каретников, А. А. Сикарев // Журнал Университета водных коммуникаций. — 2010. — № 4. — С. 74–77.
4. Каретников В. В. Перспективы комплексирования речных инфокоммуникационных технологий для повышения безопасности судоходства на внутренних водных путях / В. В. Каретников, В. А. Бекряшев // Речной транспорт (XXI век). — 2014. — № 2 (67). — С. 49–53.
5. Каретников В. В. Топология дифференциальных полей и дальность действия контрольно-корректирующих станций высокоточного местоопределения на внутренних водных путях / В. В. Каретников, А. А. Сикарев. — 2-е изд. — СПб.: ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова, 2013. — 525 с.
6. Разработка предложений и методов применения системы ГЛОНАСС, перспективных ГНСС и их функциональных дополнений в составе системы управления движением судов и АИС: отчет о НИР «Управление — река». — СПб.: Изд-во СПГУВК, 2010. — 215 с.
7. Каретников В. В. Методы построения радионавигационных полей для информационного обеспечения автоматизированных систем управления движением судов: дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.06 / В. В. Каретников. — СПб., 2011. — 333 с.
8. Каретников В. В. Архитектура зон действия локальных дифференциальных подсистем, работающих для нужд внутреннего водного транспорта / В. В. Каретников. — СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2010. — 178 с.
9. Кульнев В. Анализ направлений и состояния разработок функциональных дополнений к спутниковым радионавигационным системам / В. Кульнев, С. Михайлов // Беспроводные технологии. — 2006. — № 4. — С. 61–69.
10. Постановление Правительства РФ от 20 августа 2001 г. № 587 «О Федеральной целевой программе по использованию глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС в интересах гражданских пользователей». — М.: Минтранс, 2001. — 5 с.
11. Каретников В. В. Построение системы управления и контроля высокоточным дифференциальным полем ГНСС ГЛОНАСС на Северном морском пути / В. В. Каретников, И. В. Пашенко, А. И. Соколов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2015. — № 6 (34). — С. 166–172.

12. Кирсанов М. Н. Анализ алгоритмов выбора оптимальных маршрутов группы судов / М. Н. Кирсанов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2016. — № 2 (36). — С. 183–190. DOI: 10.21821/2309-5180-2016-8-2-183-190.
13. Каретников В. В. Основные аспекты использования современных инфокоммуникационных технологий для обеспечения беспилотного судовождения на водном транспорте / В. В. Каретников, И. В. Пашченко, А. И. Зайцев // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2016. — № 1 (35). — С. 170–179. DOI: 10.21821/2309-5180-2016-8-1-170-179.
14. Андриюшечкин Ю. Н. Роль корректирующей информации в процессе обеспечения безопасности судоходства / Ю. Н. Андриюшечкин, В. В. Каретников, А. А. Сикарев // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. — 2012. — № 1. — С. 75–78.
15. Борисова Л. Ф. Мобильные системы управления движением судов: монография / Л. Ф. Борисова, А. А. Соловьев // Международный журнал экспериментального образования. — 2014. — № 12. — С. 79–80.
16. Куракин В. В. Особенности управления движением мобильных роботов и требования к их системам управления / В. В. Куракин, О. В. Корзун // Наука — образованию, производству, экономике: матер. 11-й Междунар. науч.-техн. конф. — Т. 3. — Минск: БНТУ, 2013. — С. 389.
17. Мельниченко А. С. Система группового управления безэкипажными малотоннажными судами / А. С. Мельниченко, К. В. Бесклубова // Современные научные исследования и инновации. — 2013. — № 12 (32). — С. 8.
18. Краснодарец Л. А. Аналитическое проектирование законов траекторного управления мобильными роботами / Л. А. Краснодарец, А. Е. Осадченко // Сб. тр. XII Всероссийского совещания по проблемам управления ВСПУ-2014. — М.: Ин-т проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, 2014. — С. 3783–3791.
19. Веремей Е. И. Когнитивная реализация оптимизационного подхода к синтезу законов управления подвижными объектами / Е. И. Веремей // Современные информационные технологии и ИТ-образование. — 2016. — Т. 12. — № 1. — С. 98–107.
20. Цыфанский С. Л. Новый способ движения на границе природных сред — подледный транспортный аппарат / С. Л. Цыфанский // Наука, техника и образование. — 2015. — № 4 (10). — С. 43–49.

REFERENCES

1. Karetnikov, V. V., I. V. Pashhenko, A. I. Sokolov, and I. G. Kuznecov. "On the construction of automated monitoring system parameters precision navigation field." *Marine Radio-electronics* 2.52 (2015) 24–27.
2. Mnogofunktsional'naya sistema personal'noi sputnikovoi svyazi i peredachi dannykh s kos-micheskikh apparatov na nizkikh orbitakh «Gonets-DIM». Web. 12 Nov. 2015 <<http://www.gonets.ru/>>.
3. Karetnikov, V. V., and A. A. Sikarev. "Development and prospects of modern communicational systems to facilitate shipping on the inland waterways of Russia." *Zhurnal Universiteta vodnykh kommunikacij* 4 (2010): 74–77.
4. Karetnikov, V. V., and V. A. Bekryashev. "Perspectives of complexing river infocommunicational technologies for increasing navigational safety on inland water ways." *River transport (XXI century)* 2.67 (2014): 49–53.
5. Karetnikov, V. V., and A. A. Sikarev. *Topologiya differentsialnykh poley i dalnost deystviya kontrolno-korrektiruyushchih stantsiy vyisokotochnogo mestoopredeleniya na vnutrennih vodnykh putyakh*. 2d ed. SPb.: GUMRF im. adm. S.O. Makarova, 2013.
6. *Razrabotka predlozhenii i metodov primeneniya sistemy GLONASS, perspektivnykh GNSS i ikh funktsional'nykh dopolnenii v sostave sistemy upravleniya dvizheniem sudov i AIS*. Research report «Upravlenie-reka». SPb.: SPGUVK, 2010.
7. Karetnikov, V. V. *Metody postroeniya radionavigatsionnykh polei dlya informatsionnogo obespecheniya avtomatizirovannykh sistem upravleniya dvizheniem sudov*. Dr. diss. SPb., 2011.
8. Karetnikov, V. V. *Arkhitektura zon deystviya lokal'nykh differentsial'nykh podsystem, rabotayushchikh dlya nuzhd vnutrennego vodnogo transporta*. SPb.: Izd-vo Politekhnicheskogo universiteta, 2010.
9. Kul'nev, V., and S. Mikhailov. "Analiz napravlenii i sostoyaniya razrabotok funktsional'nykh dopolnenii k sputnikovym radionavigatsionnym sistemam." *Besprovodnye tekhnologii* 4 (2006): 61–69.
10. Russian Federation. Government resolution № 587. 20 August 2001. O Federal'noi tselevoi programme po ispol'zovaniyu global'noi navigatsionnoi sputnikovoi sistemy GLONASS v interesakh grazhdanskikh pol'zovatelei. M.: Mintrans, 2001.

11. Karetnikov, Vladimir Vladimirovich, Ivan Vladimirovich Pashchenko, and Andrei Igorevich Sokolov. "Building a sistem of management and control high-precision differential field GLONASS on the Northern sea route." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova* 6(34) (2015): 166–172.
12. Kirsanov, Mihail Nikolaevich. "Analysis of algorithms for the selection of optimal routes the group's vessels." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova* 2(36) (2016): 183–190. DOI: 10.21821/2309-5180-2016-8-2-183-190.
13. Karetnikov, Vladimir Vladimirovich, Ivan Vladimirovich Pashchenko, and Alexey Ivanovich Zaytsev. "Highlights of use modern information and communication technologies to provide unmanned navigation on water transport." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova* 1(35) (2016): 170–179. DOI: 10.21821/2309-5180-2016-8-1-170-179.
14. Andryushechkin, Yu. N., V. V. Karetnikov, and A. A. Sikarev. "Rol korrektruyushey informatsii v protsesse obespecheniya bezopasnosti sudohodstva." *Information Security Problems. Computer Systems* 1 (2012): 75–78.
15. Borisova, L. F., and A. A. Solov'ev. "Mobil'nye sistemy upravleniya dvizheniem cudov (monografiya)." *International journal of experimental education* 12 (2014): 79–80.
16. Kurakin, V. V., and O. V. Korzun. "Osobennosti upravleniya dvizheniem mobil'nykh robotov i trebovaniya k ikh sistemam upravleniya." *Nauka – obrazovaniyu, proizvodstvu, ekonomike: materialy 11-i Mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii*. T. 3. Minsk: BNTU, 2013: 389.
17. Melnichenko, Aleksandra Sergeevna, and Ksenia Valerievna Besklubova. "System of crewless small-tonnage ships" group control." *Modern scientific researches and innovations* 12(32) (2013): 8.
18. Krasnodubets, L. A., and A. E. Osadchenko. "Analiticheskoe proektirovanie zakonov traektnogo upravleniya mo-bil'nyimi robotami." *Sbornik trudov konferentsii: XII vserossiiskoe soveshchanie po problemam upravleniya VSPU-2014*. M.: Institut problem upravleniya im. V.A. Trapeznikova RAN, 2014: 3783–3791.
19. Veremey, E. I. "Cognitive implementation of optimization approach to the control system design for moving objects." *Modern Information Technology and IT-education* 12.1 (2016): 98–107.
20. Tsyfanskii, S. L. "Novyi sposob dvizheniya na granitse prirodnykh sred-podlednyi transportnyi apparat." *Nauka, tekhnika i obrazovanie* 4(10) (2015): 43–49.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Каретников Владимир Владимирович —

доктор технических наук, профессор.
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени
адмирала С. О. Макарова»
198035, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург,
ул. Двинская, 5/7
e-mail: spguwc-karetnikov@yandex.ru,
kaf_svvp@gumrf.ru

Пашченко Иван Владимирович —

кандидат технических наук, доцент.
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени
адмирала С. О. Макарова»
198035, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург,
ул. Двинская, 5/7
e-mail: ivanpashchenko@rambler.ru,
kaf_svvp@gumrf.ru

Соколов Андрей Игоревич — аспирант

Научный руководитель:
Каретников Владимир Владимирович
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени
адмирала С.О. Макарова»
198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
ул. Двинская, 5/7
e-mail: sokolov.ai@bk.ru, kaf_svvp@gumrf.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Karetnikov, Vladimir V. —

Dr. of Technical Sciences, professor
Admiral Makarov State University of Maritime
and Inland Shipping
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg, 198035,
Russian Federation
e-mail: spguwc-karetnikov@yandex.ru,
kaf_svvp@gumrf.ru

Pashchenko, Ivan V. —

PhD, associate professor
Admiral Makarov State University of Maritime
and Inland Shipping
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg, 198035,
Russian Federation
e-mail: ivanpashchenko@rambler.ru,
kaf_svvp@gumrf.ru

Sokolov, Andrei I. — Postgraduate

Supervisor:
Karetnikov, Vladimir V.
Admiral Makarov State University of Maritime
and Inland Shipping
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg, 198035,
Russian Federation
e-mail: sokolov.ai@bk.ru, kaf_svvp@gumrf.ru

Статья поступила в редакцию 15 мая 2017 г.

Received: May 15, 2017.