

DOI: 10.21821/2309-5180-2019-11-2-222-229

## SOME ASPECTS OF CREATING A TELECOMMUNICATION AUTOMATED SYSTEM FOR ORGANIZING THE VESSELS TRAFFIC ON INLAND WATERWAYS

**V. V. Karetnikov, A. I. Menshikov, S. V. Rudikh**

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

The issues on the formation of a telecommunication automated system for organizing the vessels movement taking into account the prospects for its use in a complex of measures to ensure unmanned navigation on Russian inland waterways are described in the paper. At present, the unmanned technology and automation technology are highly promising. As a result of new trends, the coastal services will also receive the development, which will be required to adapt to new conditions and decrease the number of controllers. Based on this, it seems possible to reduce the role of the human factor from both the vessel and the coastal services in the process of movement organization on inland waterways of the Russian Federation. To create a telecommunication automated system for organizing the vessels movement, the basic principles of construction and operation of an electronic queue are discussed in the paper. The issues related to the difficulties of creating and implementing the system in inland waterway transport were considered. Based on this, a flowchart of the algorithm for the operation of this system has been proposed, and its special version has been considered, which allows you to visually get acquainted with specified principles of operation. The formation of the priority of the vessels movement in certain areas during the sluicing process is considered. It is also proposed to take into account a number of permissions and restrictions that may be encountered in the sluicing process. Based on this, the recommendations on the organization of a special order of the pass and priority for the best optimization and the costs reduction during the operation of the river fleet have been formulated. In the final part of the paper, the further development of the aforementioned system with the support of the Volgo-Balt Administration is proposed.

*Keywords:* Volga-Baltic basin, demurrage, electronic queue system, vessel traffic organization system.

**For citation:**

Karetnikov, Vladimir V., Aleksandr I. Menshikov, and Sergey V. Rudy'kh. "Some aspects of creating a telecommunication automated system for organizing the vessels traffic on inland waterways." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 11.2 (2019): 222–229.  
DOI: 10.21821/2309-5180-2019-11-2-222-229.

**УДК 528.088**

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ СУДОВ НА ВНУТРЕННИХ ВОДНЫХ ПУТЯХ

**В. В. Каретников, А. И. Меншиков, С. В. Рудых**

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

Рассмотрены вопросы по организации телекоммуникационной автоматизированной системы организации движения судов с учетом перспектив ее использования в комплексе мероприятий по обеспечению беспилотного судоходства на ВВП РФ. Отмечается, что на сегодняшний день большой потенциал имеет развитие беспилотных технологий и технологий автоматизации. Вследствие новых тенденций развитие также получат и береговые службы, которым потребуется адаптация к новым условиям и уменьшение количества диспетчеров. Исходя из этого представляется возможным снижение роли человеческого фактора как со стороны судна, так и со стороны береговых служб в процессе организации движения на ВВП РФ. Для создания телекоммуникационной автоматизированной системы организации движения судов в работе рассмотрены базовые принципы построения и функционирования электронной очереди. Затронуты вопросы, связанные со сложностями создания и внедрение системы на внутреннем водном

транспорте. На основании этого предложена блок-схема алгоритма работы этой системы и рассмотрен ее специальный вариант, что позволяет наглядно ознакомиться с указанными принципами работы. Рассмотрено формирование приоритета движения судов на определенных участках во время процесса шлюзования. Предлагается учитывать ряд разрешений и ограничений, с которыми можно столкнуться в процессе шлюзования. На основании этого сформулированы рекомендации по организации особого порядка пропуска и приоритета для наилучшей оптимизации и снижения затрат в процессе эксплуатации внутреннего водного транспорта. В заключительной части работы предложена дальнейшая разработка рассматриваемой системы при поддержке ФБУ «Администрация «Волго-Балт».

**Ключевые слова:** Волго-Балтийский бассейн, простой судов, электронная очередь, система организации движения.

**Для цитирования:**

Каретников В. В. Некоторые аспекты создания телекоммуникационной автоматизированной системы организации движения судов на внутренних водных путях / В. В. Каретников, А. И. Меншиков, С. В. Рудых // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2019. — Т. 11. — № 2. — С. 222–229. DOI: 10.21821/2309-5180-2019-11-2-222-229.

### **Введение (Introduction)**

Данная работа является продолжением исследований по созданию телекоммуникационной автоматизированной системы организации движения (ТАСОД) на внутренних водных путях (ВВП), на примере участка Волго-Балтийского бассейна (ВББ) [1]. Из публикации [1] известно, что внедрение в производственную деятельность ТАСОД положительным образом отразится на эффективности работы основной трассы, а именно:

- повышение пропускной способности;
- снижение простоя судов;
- повышение безопасности судоходства на участке ВББ;
- уменьшение влияния человеческого фактора;
- снижение финансовых затрат.

Помимо непосредственной пользы при эксплуатации ТАСОД для организации движения на ВВП необходимо учитывать перспективы ее использования в случае крупномасштабного внедрения на водном транспорте беспилотных судов и судов с дистанционным управлением. На данный момент в мире активно разрабатываются беспилотные и автоматизированные суда [2]–[5]. К 2020–2021 гг. планируется создание опытных образцов, после чего ожидается стремительный рост количества данных типов судов. По оценкам зарубежных экспертов [6], крупномасштабный переход на безэкипажные суда прогнозируется к 2030 г. Исходя из этого ТАСОД должна быть гибкой и работоспособной в обычных условиях конвенциональных судов, а также иметь поддержку операций с беспилотными и автоматизированными судами.

Анализ источников [2], [3] подтверждает тенденции и заинтересованность зарубежных компаний в развитии технологий систем организации движения для данных судов. Так, австралийская компания Newcastle Port Corporation в ближайшее время планирует ввести новую систему очереди, что, по прогнозам, уменьшит количество судов, ожидающих грузовых операций на якоре.

Целью работы является рассмотрение возможных принципов и алгоритмов работы ТАСОД, а также определение возможных сложностей при создании рабочего алгоритма. В частности, в ней рассмотрены следующие вопросы:

- исследование сложности ВББ, накладывающих ограничения на использование текущих алгоритмов;
- определение приоритетов судопропуска;
- создание варианта алгоритма работы ТАСОД.

### **Методы и материалы (Methods and Materials)**

Для удобства логического построения алгоритма систему предлагается условно разделить на две части. Первая часть — это процесс электронной очереди. В него входит получение дан-

ных о количестве и типах судов и формирование расписания. Вторая часть — расчет рекомендуемой скорости судна, корректировка маршрута и скорости судна (рис. 1).



Рис. 1. Блок-схема принципа построения алгоритма работы системы

Для создания системы необходимо прежде всего разработать подходящий алгоритм. ВББ имеет ряд особенностей, которые могут осложнить использование универсальных алгоритмов построения электронных очередей. Несмотря на это, необходимо изучить существующий опыт в этой области, взяв за основу наиболее подходящую систему электронной очереди и адаптировав ее. К таким особенностям можно отнести следующие:

- сочетание озерных и речных условий с резким изменением метеорологической обстановки;
- извилистые фарватеры в стесненных каменистых участках со свальными течениями;
- наличие судоходных гидротехнических сооружений;
- влияние гидроэлектростанций на уровеньный режим (колебания уровней могут носить существенный характер, в результате чего значительно изменяются скорости течения, поэтому для учета этих факторов необходимо задать соответствующий параметр);
- наличие лимитирующих участков;
- возможность шлюзования более одного судна одновременно;
- прижимные и свальные течения;
- участки с запретом расхождения и обгона судов и составов;
- участки с ограничениями скорости;

При установке значения приоритета для более рационального и целесообразного распределения флота на всем отрезке пути действия ТАСОД предлагается использовать важнейшие принципы, касающиеся правил пропуска судов через шлюзы ВВП, с учетом рассмотренной в публикации [1] услуги внеочередного прохода судов.

При наличии на подходе к границам шлюза или шлюзованного участка ВВП очереди из судов, рассчитанной более чем на одно шлюзование, система должна обеспечивать следующий упрощенный алгоритм пропуска (рис. 2):

*первый приоритет* — пассажирские и иные суда, следующие по расписанию;

*второй приоритет* — нефтеналивные суда с нефтью и / или нефтепродуктами, а также их остатками, с температурой вспышки паров ниже 60 °C, суда с взрывчатыми и отправляющими веществами, суда со скоропортящимися грузами;

*третий приоритет* — коммерческие внеочередные суда (суда, которые воспользовались платной услугой внеочередного пропуска через шлюз);

четвертый приоритет — средства плавучей механизации и суда технического флота, а также суда, перевозящие специальные грузы;

пятый приоритет — сухогрузные самоходные суда и толкаемые составы, нефтеналивные суда и составы с нефтью и / или нефтепродуктами, а также их остатками, с температурой вспышки паров 60 °С и выше;

шестой приоритет — сухогрузные буксируемые составы, плоты и иные суда.

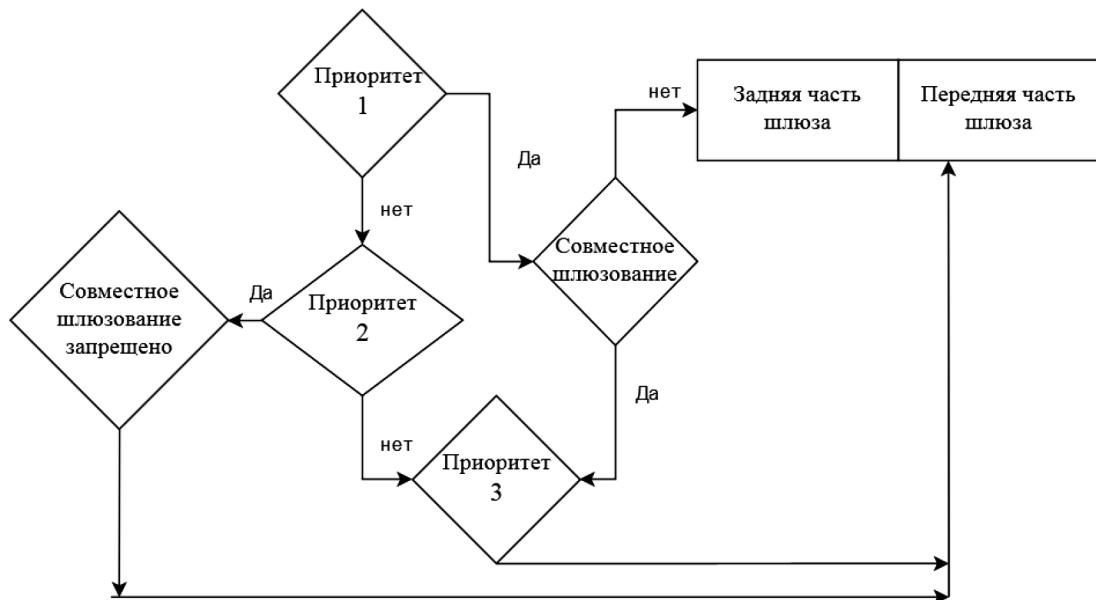


Рис. 2. Упрощенный алгоритм пропуска

ТАСОД позволит решать задачу снижения неравномерности подхода судов и уменьшения количества холостых шлюзований, что положительно скажется не только на увеличении пропускной способности шлюзов, но и на экономии водных ресурсов и оптимизации энергетических затрат [7].

При скоплении у границ шлюза или шлюзованного участка ВВП судов более чем на два шлюзования система должна формировать специальную очередь шлюзований, которая обеспечит наиболее безопасную и рациональную процедуру судопропуска.

Кроме того, в алгоритм должны включены следующие разрешения на шлюзование:

- нефтеналивных судов и составов с нефтью и / или нефтепродуктами, а также их остатками независимо от температуры вспышки паров;

- сухогрузных судов и составов, судов технического флота с нефтеналивными самоходными судами и составами с нефтью и / или нефтепродуктами, а также их остатками с температурой вспышки паров 60 °С и более;

- пассажирских судов (в том числе скоростных) с сухогрузными судами и составами и судами технического флота.

В случае совместного шлюзования в алгоритм также должны быть заложены следующие ограничения:

- нефтеналивные самоходные суда размещаются первыми в камере шлюза;

- требуемая дистанция более 1 м между бортами судов в случае, когда сухогрузные суда поставлены в камере шлюза на траверзе нефтеналивного самоходного судна;

- пассажирские скоростные суда должны быть размещены в камере шлюза последними и устанавливаются таким образом, чтобы у них на траверзе не было других водоизмещающих судов (за исключением маломерных судов);

- суда, перевозящие взрывчатые или отравляющие вещества, должны быть размещены в камере шлюза без остановки у причальных стенок или причальных палов;

- маломерные суда должны быть размещены в камере шлюза последними;
- совместное шлюзование судов, перевозящих в качестве груза отравляющие, взрывчатые и радиоактивные вещества, с иными судами запрещается [8].

Согласно исследованиям [9], [10], вследствие использования электронной очереди пропускная способность увеличивается на 15–30 %.

Система в учреждениях, использующих электронную очередь: пунктах пропуска, пунктах по-границного контроля и таможни, медучреждениях, обычно имеет следующий порядок действий:

- вызвать следующего клиента;
- повторить вызов;
- отложить вызов;
- начать / закрыть рабочее время;
- приостановить работу.

Этапы проектирования системы электронной очереди:

- определение видов услуг;
- определение необходимого вспомогательного оборудования;
- выбор, реализация программной и аппаратной части для клиентов и операторов;
- разработка системы с расчетом конкретных требований заказчика;
- выбор периферийного оборудования.

### Результаты (Results)

Электронную очередь необходимо разделить по времени на два этапа (отрезка).

Первый этап. На начальном отрезке формируется предварительная электронная очередь. На нем порядок очередности судов представляется без учета каких-либо задержек и внештатных ситуаций. Однако, с той или иной вероятностью, судно или группа судов может столкнуться с определенными ограничениями или по каким-либо причинам изменить график следования. По этой причине на предпоследнем, т. е. критическом участке, система занесет судно из предварительной базы с нечеткой позицией в список очереди в исполнительную базу.

Второй этап. Предполагается, что регулировка скорости всех судов, осуществляющих движение на трассе ВВП, оказывает благоприятное влияние на безопасность судоходства, снижая тем самым нагрузку на судоводителей. Система в автоматизированном (автоматическом) режиме будет отслеживать каждое судно к ожидаемому времени прибытия в порядке сформированной очереди и давать рекомендации относительно режима изменения скорости движения на определенных участках с учетом всех возможных обстоятельств. Для того чтобы исключить пренебрежение правилами и ошибки, возникающие из-за человеческого фактора, должны быть введены контрольные точки (КТ), при прохождении которых система будет заранее сообщать ожидаемое время прибытия, опоздания или время заблаговременного прибытия, если судно идет с опережением графика. Зная расстояние до КТ или шлюза и период времени, в течение которого необходимо прибыть на КТ, можно рассчитать необходимую скорость. Однако при этом необходимо учитывать прохождение участков, накладывающих определенные ограничения, а также необходима оптимизация, исключающая случаи, когда на участке, запрещающем обгон судов, первым будет двигаться тихоходное судно, создавая тем самым торможение всей колонны.

ТАСОД позволит распределить неравномерный судопоток по Волго-Балтийскому бассейну, а поскольку расход топлива кубически пропорционален скорости, данные меры благоприятно скажутся на уменьшении расхода топлива, что позволит снизить затраты, связанные с простоями судов в ожидании шлюзования. Следовательно, предполагаемый алгоритм работы системы должен минимизировать простой судов на якоре. Для того чтобы система была жизнеспособной, следует добавить специальные условия, благодаря которым фрахтователи могут компенсировать свою ответственность за демередж, владельцы — сократить расходы на бункер, а порты — снизить риски и выбросы в их регионе.

### Обсуждение (Discussion)

В источнике [11] отмечается, что внедрение систем организации движения судов, таких как ТАСОД, позволит улучшить координацию судоходства, увеличить пропускную способность и повысить уровень безопасности на ВВП, что, в свою очередь, позволит создать предпосылки для внедрения элементов цифровой экономики в транспортной отрасли.

### Заключение (Conclusion)

С развитием электронных технологий наблюдается рост количества и качества различной информации, а именно: о наличии причала, о метеорологических данных о скорости корабля и др. Вследствие этого заинтересованные стороны могут извлечь большую выгоду благодаря более тщательному анализу влияния политики по обеспечению безопасности и чартерных контрактов на эффективность работы.

Необходимо отметить, что применение телекоммуникационной автоматизированной системы организации движения судов может благоприятно отразиться на снижении простоев судов и увеличении пропускной способности. Анализируя современные тенденции развития беспилотных технологий и роботизации [2], [3], [6], [11], следует обратить внимание на то, что использование данной системы приобретает все большую перспективность и рациональность, так как позволяет уменьшить влияние человеческого фактора как со стороны судна, так и со стороны портовых и береговых средств.

К основным преимуществам электронной очереди в телекоммуникационной автоматизированной системе организации движения относятся следующие:

– предварительная подготовка судна к прохождению шлюзов.

– увеличение скорости обслуживания до 30 % благодаря структурированию и организации судопропуска;

– фиксирование истории обслуживания: накопленные аналитические данные используются для анализа и повышения эффективности профильной деятельности (например, информация о востребованности услуг, колебании спроса и т. д.), а также контроля работы персонала.

– улучшение репутации за счет использования инновационных технологий.

В 2018 г., по приказу Росморречфлота, введен в эксплуатацию региональный центр комплексной автоматизированной системы сбора и оперативной передачи актуализированных электронных навигационных карт на суда подведомственных Росморречфлоту организаций.

В Волго-Балтийском бассейне проводится тестирование перспективных систем мониторинга средств навигационного оборудования (СНО), в том числе по каналам автоматической идентификационной системы (АИС). В конце 2018 г. на трех участках Ладожского озера запрограммированы и эксплуатируются так называемые *виртуальные СНО — АИС*. Проводятся испытания комплектов мониторинга физических (реальных) СНО — АИС с целью определения возможности их использования на внутренних водных путях РФ. Также в 2018 г. был введен в эксплуатацию комплекс оборудования ГЛОНАСС / GPS в пос. Свирица, Ленинградской обл. (ККС «Свирица»). В 2019 г. планируется проверка качества сигнала [12]. Исходя из этого телекоммуникационные автоматизированные системы организации движения судов целесообразно создавать на примере ВББ, используя имеющийся опыт специалистов и технические возможности ФБУ «Администрация «Волго-Балт» и в дальнейшем проецируя его на другие бассейны ВВП РФ.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васин А. В. К вопросу создания телекоммуникационной автоматизированной системы организации движения на внутренних водных путях / А. В. Васин, В. В. Каретников, А. И. Меншиков // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2018. — Т. 10. — № 4. — С. 870–879. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-4-870-879.
2. Рублёвский В. А. Перспективы беспилотных судов в автоматизированных портах / Портоориентированная логистика – 2018: Материалы 2-й Международной научно-практической конференции. 1–2 ноября

2018 г. / В. А. Рублёвский, А. И. Меншиков. — СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адмирала С. О. Макарова, 2018. — С. 181–188.

3. Каратников В. В. Перспективы внедрения безэкипажного судоходства на внутренних водных путях Российской Федерации / В. В. Каратников, И. В. Пащенко, 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.

4. Chen Z. Classification of vessel motion pattern in inland waterways based on Automatic Identification System / Z. Chen, J. Xue, C. Wu, L. Qin, L. Liu, X. Cheng // Ocean Engineering. — 2018. — Vol. 161. — Pp. 69–76. DOI: 10.1016/j.oceaneng.2018.04.072.

5. Кондратьев А. И. О необходимости внедрения беспилотных судов в торговый флот России / А. И. Кондратьев, О. А. Худяков, А. Н. Попов // Транспортное дело России. — 2016. — № 6. — С. 138–140.

6. Chabot D. Trends in drone research and applications as the Journal of Unmanned Vehicle Systems turns five / D. Chabot // Journal of Unmanned Vehicle Systems. — 2018. — Vol. 6. — Is. 1. — Pp. VI–XV. DOI: 10.1139/juvs-2018-0005.

7. Решетников М. А. Методические вопросы обоснования глубин на подходах к судоходным гидротехническим сооружениям / М. А. Решетников, И. В. Липатов // Современный научный вестник. — 2013. — Т. 6. — № 2. — С. 9–14.

8. Решетников М. А. Обоснование безопасных глубин для крупнотоннажного судна при его выходе из камеры судоходного шлюза: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.19 / Максим Алексеевич Решетников. — Н. Новгород, 2016. — 150 с.

9. Дыров В. Б. Применение автоматизированных систем обслуживания клиентов ПАО «МРСК Сибири» / В. Б. Дыров, Я. А. Кунгс // Инновационная наука. — 2016. — № 1–2 (13). — С. 46–49.

10. Черкашнев Р. Ю. Направления развития инновационной деятельности в коммерческом банке / Р. Ю. Черкашнев // Социально-экономические явления и процессы. — 2017. — Т. 12. — № 1 — С. 107–113.

11. Kim K. I. Context-aware information provisioning for vessel traffic service using rule-based and deep learning techniques / K. I. Kim, K. M. Lee // International Journal of Fuzzy Logic and Intelligent Systems. — 2018. — Vol. 18. — Is. 1. — Pp. 13–19. DOI: 10.5391/IJFIS.2018.18.1.13.

12. Волго-Балт: путь между Севером и Югом [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.sharkgroup.ru/blog/volgo-balt-put-mezhdu-severom-i-yugom.html> (дата обращения: 10.01.2019).

## REFERENCES

1. Vasin, Andrey V., Vladimir V. Karetnikov, and Aleksandr I. Menshikov. “Creation of automated telecommunication traffic routing system on inland waterways.” *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 10.4 (2018): 870–879. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-4- 870-879.

2. Rublevskii, V. A., and A. I. Menshikov. “Perspektivy bespilotnykh sudov v avtomatizirovannykh portakh.” *Porto orientirovannaya logistika – 2018: Materialy 2-i Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*. SPb.: Izd-vo GUMRF im. admirala S. O. Makarova, 2018. 181–188.

3. 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.

4. Chen, Zhijun, Jie Xue, Chaozhong Wu, LingQiao Qin, Liqun Liu, and Xiaozhao Cheng. “Classification of vessel motion pattern in inland waterways based on Automatic Identification System.” *Ocean Engineering* 161 (2018): 69–76. DOI: 10.1016/j.oceaneng.2018.04.072.

5. Kondratiev, A., O. Khudyakov, and A. Popov. “On the implementation of unmanned vessels in the Russian merchant marine.” *Transport business of Russia* 6 (2016): 138–140.

6. Chabot, Dominique. “Trends in drone research and applications as the Journal of Unmanned Vehicle Systems turns five.” *Journal of Unmanned Vehicle Systems* 6.1 (2018): VI–XV. DOI: 10.1139/juvs-2018-0005.

7. Reshetnikov, M. A., and I. V. Lipatov. “Metodicheskie voprosy obosnovaniya glubin na podkhodakh k sudokhodnym gidrotehnicheskim sooruzheniyam.” *Sovremennyi nauchnyi vestnik* 6.2 (2013): 9–14.

8. Reshetnikov, M. A. Obosnovanie bezopasnykh glubin dlya krupnotonnazhnogo sudna pri ego vykhode iz kamery sudokhodnogo shlyusa. PhD diss. Nizhnii Novgorod, 2016.

9. Dyrov, V. B., and Ya. A. Kungs. “Primenenie avtomatizirovannykh sistem obsluzhivaniya klientov PAO «MRSK Sibiri».” *Innovatsionnaya nauka* 1-2(13) (2016): 46–49.

10. Cherkashnev, Roman Yuryevich. "The directions of development of innovative activity in commercial bank." *Social and Economic Phenomena and Processes* 12.1 (2017): 107–113.
11. Kim, Kwang-II, and Keon Myung Lee. "Context-aware information provisioning for vessel traffic service using rule-based and deep learning techniques." *International Journal of Fuzzy Logic and Intelligent Systems* 18.1 (2018): 13–19. DOI: 10.5391/IJFIS.2018.18.1.13.
12. Volgo-Balt: put' mezhdu Severom i Yugom. Web. 10 Jan. 2019 <<https://www.sharkgroup.ru/blog/volgo-balt-put-mezhdu-severom-i-yugom.html>>.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

### Каретников Владимир Владимирович —

доктор технических наук, доцент  
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала  
С. О. Макарова»  
198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,  
ул. Двинская, 5/7  
e-mail: [kaf\\_svvp@gumrf.ru](mailto:kaf_svvp@gumrf.ru),  
[spguwc-karetnikov@yandex.ru](mailto:spguwc-karetnikov@yandex.ru)

**Меншиков Александр 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: [gogashe@yandex.ru](mailto:gogashe@yandex.ru)

**Рудых Сергей Витальевич** —  
доктор технических наук  
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала  
С. О. Макарова»  
198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,  
ул. Двинская, 5/7  
e-mail: [kaf\\_svvp@gumrf.ru](mailto:kaf_svvp@gumrf.ru)

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

### Karetnikov, Vladimir V. —

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

**Menshikov, Aleksandr 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: [gogashe@yandex.ru](mailto:gogashe@yandex.ru)

**Rudy'kh, Sergey V.** —  
Dr. of Technical Sciences  
Admiral Makarov State University of Maritime  
and Inland Shipping  
5/7 Dvinskaya Str. St. Petersburg 198035,  
Russian Federation  
e-mail: [kaf\\_svvp@gumrf.ru](mailto:kaf_svvp@gumrf.ru)

Статья поступила в редакцию 3 марта 2019 г.

Received: March 3, 2019.