

Научная статья

УДК 681.5

DOI:10.31854/1813-324X-2022-8-4-48-54



Современный подход к сбору и обработке данных от автоматической идентификационной системы в целях организации управления движением судов

Владимир Владимирович Каретников, karetnikovvv@gumrf.ru

Яна Владимировна Косяк ✉, kosjakjv@gumrf.ru

Олег Олегович Данилов, oleg-danelov@yandex.ru

Александр Павлович Беспалов, bespalov.aleksandr.p@gmail.com

Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова,
Санкт-Петербург, 198035, Российская Федерация

Аннотация: Статья посвящена вопросу сбора и обобщения автоматической идентификационной системой (АИС) данных о движении судов, как по внутренним водным путям, так и в прибрежных морских районах. Определен перечень информации, необходимой для дальнейшего проведения исследований по организации движения. В работе уделено внимание особенностям получения данных, поступающих от технических средств связи и открытых онлайн-ресурсов. Предложен подход к накоплению статистических данных от приемника АИС с применением одноплатного микрокомпьютера Raspberry Pi. Реализовано приложение, осуществляющее чтение данных с последовательного порта и их передачу в библиотеку, а затем на сервер системы управления базами данных PostgreSQL. Сделан вывод о конструктивности и потенциальной эффективности предложенного подхода.

Ключевые слова: система управления движением судов, организация движения, автоматическая идентификационная система (АИС), Raspberry Pi, приемник АИС

Ссылка для цитирования: Каретников В.В., Косяк Я.В., Данилов О.О., Беспалов А.П. Современный подход к сбору и обработке данных от автоматической идентификационной системы в целях организации управления движением судов // Труды учебных заведений связи. 2022. Т. 8. № 4. С. 48–54. DOI:10.31854/1813-324X-2022-8-4-48-54

Modern Approach to Data Collection and Processing from Automatic Identification System for Ship Traffic Organization

Vladimir Karetnikov, karetnikovvv@gumrf.ru

Yana Kosiak ✉, kosjakjv@gumrf.ru

Oleg Danilov, oleg-danelov@yandex.ru

Alexander Bespalov, bespalov.aleksandr.p@gmail.com

Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping,
St. Petersburg, 198035, Russian Federation

Abstract: *The article is devoted to the collection and generalization of automatic identification system (AIS) data on the movement of ships, both on inland waterways and in coastal marine areas. The list of information necessary for the further carrying out of researches on the organization of movement is defined. Attention is paid to the peculiarities of obtaining data from technical means of communication and open online resources. The approach to statistical data accumulation from AIS receiver using Raspberry Pi single-board microcomputer has been offered. The application, which reads data from the serial port and transfers them to the library and then to the PostgreSQL database management system server, is implemented. It is concluded that the proposed approach is constructive and potentially effective.*

Keywords: *vessel traffic control system, traffic organization, automatic identification system (AIS), Raspberry Pi, AIS receiver*

For citation: Karetnikov V., Kosiak Ya., Danilov O., Bepalov A. Modern Approach to Data Collection and Processing from Automatic Identification System for Ship Traffic Organization. *Proc. of Telecom. Universities.* 2022;8(4):48–54. (in Russ.) DOI:10.31854/1813-324X-2022-8-4-48-54

Введение

В настоящее время оперативный контроль за безопасностью судоходства в прибрежных морских акваториях и на внутренних водных путях осуществляется специализированными системами управления движением судов [1]. Жизнедеятельность этих систем взаимосвязана с решением определенного рода задач, а именно:

- 1) постоянный мониторинг и получение сведений о навигационной обстановке от различного рода источников информации;
- 2) синтезирование данных в табличном виде и перевод их в графический вид в совокупности с многослойными электронными картами;
- 3) систематический и оперативный контроль за движением судов;
- 4) анализ текущей навигационной обстановки;
- 5) предоставление вспомогательной навигационной и прочей информации;
- 6) непрерывная запись информации для последующего ее воспроизведения [2].

Как известно [3], управление судном может быть автоматизированным процессом в определенной степени. Кроме того, увеличивается нагрузка на операторов вышеуказанных систем и судоводителей из-за постоянного роста интенсивности движения судов, что влечет за собой снижение времени на принятие решения по обеспечению безопасности судоходства. Это может быть мотивом для повышения уровня автоматизации контроля навигационной ситуации с целью обеспечения безопасности судоходства в акватории. В таком случае для обеспечения необходимого уровня безопасности движения судоходства нужно разрабатывать эффективные алгоритмы оценки навигационной безопасности плавания судов, надежность которых можно оценить, например, на основе сопоставительного анализа расчетных и натурных данных. Постановка натурных экспериментов, как правило, ведет к существенным временным и финансовым затратам, поэтому часто прибегают к вычислительным экспериментам и математическому моделированию.

В таком случае предпочтение стоит отдавать данным, получаемым от береговых автоматических идентификационных систем (АИС), так как они содержат информацию о реальном перемещении судов в исследуемой акватории. Кроме того, предложенный подход позволит собрать значительные объемы натурных данных для их последующей обработки.

Отечественный опыт применения технологии АИС

Разработка СУДС началась в начале 1990-х гг. [4]. Одним из основных элементов таких систем являются базовые станции АИС. Рассмотрим отечественный опыт внедрения СУДС с применением технологии АИС.

Система AIS-Monitor производства Группы «Транзас» предлагает широкий спектр возможностей для применения технологии АИС. Система предоставляет информацию о судах, оснащенных АИС, при этом программа имеет удобный и интуитивно понятный интерфейс, а также расширенный набор функций для эффективного управления навигацией. [5].

AIS-Monitor применяется в портах и гаванях средних размеров, где нет необходимости использовать береговые радиолокационные станции. Система значительно снижает риски, которые могут возникнуть при морских операциях, и помогает предотвратить опасные ситуации, связанные с движением судов. Основными функциями системы являются фильтрация и интеграция данных из различных источников АИС, автоматический захват, переопределение и идентификация целей АИС, визуализация данных АИС и передача данных.

Программный продукт «Речная Информационная Система» (РИС) производства Группы «Транзас» был разработан специально для обеспечения безопасной навигации на внутренних водных путях. Система предоставляет широкие возможности планирования движения судов по рекам и прибрежным водам, внося, таким образом, весомый

вклад в процесс эффективного использования внутренних водных путей. Функциональность данной системы: поддерживает АИС внутренних водных путей; отображение динамической и статической информации АИС; отображение специализированной речной информации АИС, отображение дополнительных статических данных АИС для внутренних водных путей; передача и получение текстовых телеграмм АИС, включая специализированные телеграммы для внутренних водных путей [6].

Федеральное бюджетное учреждение «Администрация Волго-Балтийского бассейна внутренних водных путей» (ФБУ «Волго-Балт») отвечает за организацию судоходства и его безопасность на внутренних водных путях Северо-Запада России [7]. Для работы АИС необходима сеть береговых станций, а каждое судно, совершающее плавание в зоне действия АИС, должно иметь на борту судовое оборудование АИС (транспондер). Береговая сеть АИС ФБУ «Волго-Балт» состоит из 23 центральных серверных береговых приемных станций и сетевых устройств, позволяющих каждому диспетчеру на линии получать общую картину движения по Волго-Балтийскому водному пути.

Астраханский филиал ФГУП «Росморпорт» предоставляет судам, осуществляющим судозаходы в морские порты Астрахань и Оля или следующим через акватории морских портов транзитом, навигационные услуги с использованием системы управления движением судов в морских портах Астрахань и Оля (далее – СУДС портов Астрахань и Оля) [8]. Были установлены базовые станции АИС, АИС-приемники и рабочие места диспетчеров. Данные АИС от СУДС и от сенсоров АИС Волжского ГБУ собираются на серверах ФГУП Росморпорт. Все данные АИС в реальном режиме времени регистрируются в БД с возможностью воспроизведения, а также статистического анализа.

Модели, методы и алгоритмы, реализованные современными СУДС, привлекают внимание исследователей. Разработка наиболее эффективных алгоритмов, обеспечивающих максимальную безопасность движения судов, является актуальной научной задачей.

Для изучения задач коллективного движения судов необходимы массивы данных, содержащие координаты нескольких судов, движущихся одновременно и влияющих на безопасность друг друга, т. е. находящихся в одной акватории, помимо этого, данные должны храниться и накапливаться с течением времени. Требуются непрерывные выборки данных небольшой продолжительности и небольшого расстояния между местоположениями судов. С учетом типичных размеров корабля точность определения координат должна быть достаточно высокой [9]. Важными для последующего

анализа параметрами движения являются скорость и курс судна.

Методы и материалы

Для проведения исследований по организации движений судов необходимо наличие следующей информации:

- статической – номер MMSI (*аббр. от англ.* Maritime Mobile Service Identity), позывной, габариты, тип судна и т. д.;
- динамической – координаты судна, время, курс, скорость, угловая скорость поворота, навигационный статус и т. д.;
- рейсовой – пункт назначения, время прибытия и т. д. [10].

Указанные данные можно получать из различных источников. Во-первых, – напрямую от базовой станции, транспондера или приемника АИС; во-вторых, – из открытых источников данных специализированных информационных ресурсов в среде Internet. К таким информационным ресурсам можно отнести: Marine-Traffic [11]; FleetMon [12]; VesselFinder [13] и др. Использование подобных ресурсов позволяет практически полностью отказаться от покупки реального оборудования, что позволяет сократить финансовые затраты на получение данных. Однако стоит отметить, что без организации физического доступа к оборудованию и своевременного получения данных с АИС затрудняется задача исследования. Кроме того, необходимо отметить, что в отдельных случаях сервер может работать с перебоями, что приводит к задержке передачи информации. Это влечет за собой непригодность использования таких данных в реальном времени без предварительного ее накопления.

Также указанные ресурсы не обладают пользовательским интерфейсом для автоматической загрузки данных. Если нет возможности прямого подключения к базовой станции АИС или их сетям, достаточно актуальным решением с точки зрения поставленной задачи может считаться применение приемника АИС.

Варианты решений и настройка программного обеспечения

С целью эффективного онлайн-мониторинга флота необходимо, чтобы на судах было установлено специализированное радиотехническое оборудование и высокоточные измерительные устройства, в совокупности, позволяющие обеспечить сбор и передачу данных в диспетчерское специализированное программное обеспечение (СПО). На сегодняшний день эта задача решается за счет установки бортовых контроллеров (навигационных блоков), которые определяют координаты судна по навигационным сигналам Глобальной

навигационной спутниковой системы и передают их на сервер. Данные о местоположении и параметрах движения судна передаются вместе с информацией, которая поступает от дополнительных датчиков информации [10]. Исходя из этого, СПО системы мониторинга должно обладать достаточным функционалом для визуализации местоположения судов и отображения контролируемых параметров в реальном времени.

АИС-приемник в основном имеет два интерфейса для передачи данных: UART (аббр. от англ. Universal Asynchronous Receiver-Transmitter – универсальный асинхронный приемопередатчик) и USB (аббр. от англ. Universal Serial Bus – универсальная последовательная шина).

UART – узел вычислительных устройств, организующий связи с другими цифровыми устройствами, а также изменяющий в последовательный вид данные, передаваемые по одной физической цифровой линии другому аналогичному устройству. Указанный выше способ преобразования стандартизован и довольно часто используется в компьютерной технике, в частности во встраиваемых устройствах [14]. UART представляет из себя логическую схему, которая с одной стороны подключена к шине вычислительного устройства, а с другой – имеет два или более выводов для внешнего соединения, и применяется для передачи данных через последовательный порт компьютера. Интерфейс USB равносителен UART. Он реализует виртуальный последовательный порт в системе. Существенным отличием является то, что через данный порт есть возможность обеспечивать питание АИС.

В случае данного проекта для чтения данных из АИС и ее дальнейшей передачи в базу данных на одноплатный микрокомпьютер Raspberry Pi была установлена операционная система (ОС) Raspberry Pi OS, основанная на ОС Debian. Raspberry Pi представляет собой миниатюрный одноплатный модуль с подключаемой периферией и питанием, который работает на базе Linux на бесплатной операционной системе Raspbian. С годами развития Raspberry Pi претерпела несколько модификаций и изменений, которые отличались от предшественников различными параметрами. Тем самым появилась возможность регулировать цену изделия, ориентируясь на потребности пользователей, что повысило популярность данного устройства. На рисунке 1 показан внешний вид использованной в работе платы Raspberry Pi B+.

При подключении АИС к микрокомпьютеру в системе автоматически появляется виртуальный последовательный порт «/dev/ttyACM0», который можно использовать для чтения данных с АИС (рисунок 2); байты сообщения АИС побитно передаются через него. После получения массива дан-

ных и последующей расшифровки с использованием кодировки ASCII получается сообщение вида, указанного на рисунке 3.

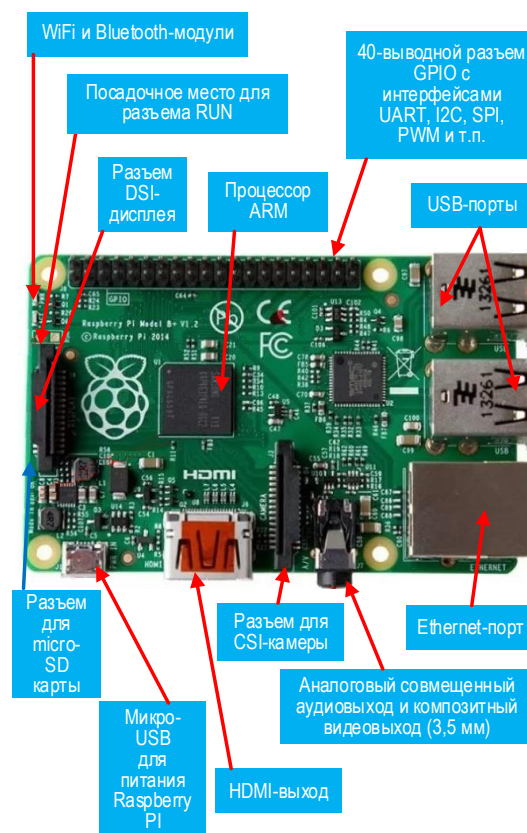


Рис. 1. Обзор составных элементов Raspberry Pi B+

Fig. 1. Raspberry Pi B+ Component Overview

Первоначально для проверки и настройки порта использовалось приложение Minicom (рисунок 4), доступное в диспетчере пакетов APT (аббр. от англ. Advanced Packaging Tool). Оно представляет из себя набор утилит для управления программными пакетами в ОС, которые основаны на Debian, и предоставляет следующие возможности: искать пакеты по заданным критериям; устанавливать, удалять и обновлять пакеты; манипулировать ключами от репозитория; решать зависимости; просматривать подробную информацию о пакете.

Minicom – это свободно распространяемая программа последовательной связи, которая работает под управлением LINUX и других вариантов ОС UNIX. Он работает, предоставляя эмулятор терминала для связи с другими устройствами через последовательный порт компьютера. Данное приложение позволяет настроить подключения через консольный интерпретатор, это позволяет быстро найти необходимые настройки для корректной работы порта. В последующем эти настройки будут использоваться для получения данных АИС, реализованным приложением. В данном случае наиболее приемлемый результат был получен при следующих настройках, указанных в таблице 1.

```

pi@raspberrypi: /dev $ ls
autofs      disk        griomem    loop3      mem         pts         ram2       raw        stderr     tty13      tty21      tty3       tty38      tty46      tty54      tty62      uinput     vcs3       vcsa4      vcsu4      video14
block       dma_heap    hwrng      loop4      mmcblk0     ram0        ram3       rfkill     stdin      tty14      tty22      tty30      tty39      tty47      tty55      tty63      urandom    vcs4       vcsa5      vcsu5      video15
bsg         fb0        initctl    loop5      mmcblk0p1   ram1        ram4       sda        stdout     tty15      tty23      tty31      tty4       tty48      tty56      tty7       v4l        vcs5       vcsa6      vcsu6      video16
btfs-control fd          input      loop6      mmcblk0p2   ram10       ram5       sda1       tty       tty16      tty24      tty32      tty40      tty49      tty57      tty8       vchig      vcs6       vcsa7      vcsu7      watchdog
bus         full       kmsg       loop7      mqeuqe      ram11       ram6       serial     tty0       tty17      tty25      tty33      tty41      tty5       tty58      tty9       vcio       vcs7       vcsm-cma  vhsi       watchdog0
cachefiles  fuse       log        loop-control net         ram12       ram7       serial1    tty1       tty18      tty26      tty34      tty42      tty50      tty59      ttyACM0    vc-mem     vcsa      vcsu       video10    zero
char        gpiochip0  loop0      mapper     null        ram13       ram8       sg0        tty10      tty19      tty27      tty35      tty43      tty51      tty6       ttyAMA0    vcs        vcsa1      vcsu1      video11
console     gpiochip1  loop1      media0     ppp         ram14       ram9       shm        tty11      tty2       tty28      tty36      tty44      tty52      tty60      ttyprintk  vcs1       vcsa2      vcsu2      video12
cuse        gpiochip2  loop2      media1     ptmx        ram15       random     snd        tty12      tty20      tty29      tty37      tty45      tty53      tty61      unid       vsc2       vcsa3      vcsu3      video13
pi@raspberrypi: /dev $

```

Рис. 2. Пример содержимого папки «/dev»

Fig. 2. Example Contents of the «/dev» Folder

!AIVDM,1,1,,B,177KQJ5000G?tO`K>RA1wUbN0TKH,0*5C

A B C

Рис. 3. Сообщение АИС после расшифровки с использованием кодировки ASCII

Fig. 3. AIS Message after Decoding Using ASCII Encoding

A – Последовательный порт	: /dev/ttyACM0
B – Размещение Lock-Файла	: /var/lock
C – Программа при выходе	
D – Программа при запуске	
E – Скорость/Четность/Биты	: 115200 8N1
F – Аппаратное управление потоком	: Да
G – Программное управление потоком	: Нет

Какую настройку изменить? |

Экран и клавиатура

Сохранить настройки как dfi

Сохранить настройки как...

Выход

Выход из Minicom

Рис. 4. Вид стартовой страницы приложения Minicom

Fig. 4. View of the Start Page of the Minicom Application

ТАБЛИЦА 1. Параметры для настройки последовательного порта

TABLE 1. Parameters for Configuring the Serial Port

Символьная скорость, бод	115200
Количество бит информации в пакете	8
Проверка на четность	нет
Стоп бит	1

Для дальнейшей работы с сообщением его необходимо проверить на корректность и расшифровать. Для этой задачи была реализована библиотека динамической компоновки «CAIS». Данная библиотека доступна на веб-сервисе для хостинга IT-проектов «GitHub». На вход библиотеки подается строка сообщения АИС, на выходе создается объект класса Message, хранящий в себе тип сообщения, основную информацию сообщения (часть A на рисунке 3) и расшифрованную нагрузку (часть B на рисунке 3) сообщения в зависимости от типа сообщения (рисунок 5).

Ссылка: 6
 public AISType MessageType { get; set; }
 Ссылка: 9
 public string AISMessage { get; set; }
 Ссылка: 14
 public NMEA NMEA { get; set; }
 Ссылка: 53
 public Decoded Decoded { get; set; }

Рис. 5. Создание объекта класса Message с хранением типов сообщений

Fig. 5. Creating an Object of Message Class with Storing Message Types

Для полноценной функциональности описанной ранее библиотеки, реализовано приложение, осуществляющее чтение данных с последовательного порта, и передачу данных в библиотеку. После получения расшифрованного сообщения приложение отправляет его на сервер PostgreSQL. В случае возникновения ошибок при расшифровке или отправки сообщений на сервер, программа создает новое подключение к серверу системы управления базой данных (СУБД) и отправляет код ошибки, нерасшифрованное сообщение в специализированную таблицу. Эти данные в дальнейшем можно использовать для анализа ошибок.

База данных для хранения информации АИС

База данных для хранения информации АИС должна поддерживать как реляционный подход к хранению данных, так и объектный. Необходима поддержка большого количества типов записи информации (битовые строки, массивы данных и т. д.). Большинство СУБД рассчитаны на средние и небольшие проекты, есть ограничения по объему базы и количеству записей в ней, но для данного проекта объем хранимой информации будет достаточно высок, с учетом постоянного накопления данных о движении судов. Следовательно, у базы данных не должно быть ограничений по объему хранимой информации. Система должна справляться с задачами разбора и выполнения трудоемких операций, которые подразумевают и чтение, и запись, и валидацию одновременно. Учитывая особенность данной работы, доступ к базе данных необходимо получать с нескольких устройств, а также необходима возможность написания функций на языке C или Python.

Исходя из вышеперечисленных требований, для хранения и обработки данных, получаемых с АИС, выбрана свободная объектно-реляционная СУБД – PostgreSQL.

Получаемые данные импортируются в таблицы. Таблица «nmea» хранит основную информацию о полученном сообщении: индекс сообщения, его тип, ссылку на судно, ссылку на расшифрованное сообщение, исходное сообщение, дата и время записи данного сообщения в базу данных, ссылка на источник данного сообщения.

Таблица, в которой хранится информация о судне, содержит следующие поля: id (уникальный ID), name (название судна), mmsi (идентификационный номер морской мобильной службы), imo (номер судна Международной морской организации), позывной, тип судна.

Расшифрованные сообщения хранятся в таблицах, созданных для каждого типа сообщения, предусмотренного системой идентификации судов. Однако сообщения первых трех типов имеют одинаковую структуру и назначение, поэтому такие сообщения хранятся в одной таблице.

При возникновении ошибок во время расшифровки или добавления сообщений в базу данных, записывается информация о типе ошибки, исходное сообщение, время и дата записи в таблицу. Благодаря этой таблице можно выявить ошибки при работе системы.

Одной из проблем хранения данных является ссылка на расшифрованную часть сообщения: каждый тип сообщений хранится в специально созданной для него таблице. Ввиду этого, для полноценной работы необходимо реализовать отдельные столбцы, указывающие на каждую таблицу с сообщениями АИС. Следовательно, количество сохраняемой информации возрастает, так как необходимо для каждой записи в таблице «nmea» хранить 23 значения null. Это также влияет на сложность запросов в базу данных и скорость их выполнения.

Для уменьшения количества хранящихся данных и решения проблемы с ссылками была реализована схема, при которой в столбце «data» хра-

нятся индексы на записи в различных таблицах в зависимости от типа сообщения, указанного в столбце «type». Такой способ не решает проблему сложности запросов, так как приходится постоянно изменять тело запроса для различных типов сообщений. Для уменьшения нагрузки на пользователя базы данных создана функция, написанная на языке «С», которая реализует автоматическую замену имени таблицы в зависимости от типа сообщения. Этот язык выбран ввиду предварительно компиляции кода, что увеличивает скорость выполнения запросов с использованием данной функции.

Используя данный подход, возникает проблема удаления расшифрованных сообщений, так как при этом не проверяется существование ссылок на удаляемую запись в связи с отсутствием явного указателя на таблицу. Ввиду чего удаление данных запрещено для всех пользователей базы данных, за исключением администратора; он вручную проверяет наличие ссылки на удаляемую запись и удаляет и ее.

Заключение

Предложенный подход к накоплению статистических данных от приемника АИС с применением одноплатного микрокомпьютера Raspberry Pi прошел практическую апробацию и зарекомендовал себя как точный и эффективный с точки зрения онлайн-мониторинга внутреннего водного транспорта.

Таким образом можно сделать вывод, что предложенный в работе подход вполне конструктивен при решении задач сбора и обработки информации от АИС-подобных систем в целях оптимизации и организации движения судов при условии обеспечения необходимого уровня безопасности судоходства в районе развертывания системы управления движением судов. Причем предложенное решение конструктивно, как для прибрежных морских районов, так и на внутренних водных путях. Накопленные данные представляют собой исключительную ценность для проведения дальнейших исследований в области организации движения судов.

Список источников

1. Причкин О. Системы управления движением судов – горизонты развития // Морские вести России. 2020. № 5. URL: <http://www.morvesti.ru/themes/1693/85498> (дата обращения 14.12.2022)
2. Гриняк В.М. Разработка математических моделей обеспечения безопасности коллективного движения морских судов. Дис. ... докт. техн. наук. Владивосток: Дальневосточный федеральный университет, 2016. С. 297.
3. Шилов К.Ю., Суринов С.Н., Грек Б.В. Опыт разработки перспективной комплексной системы управления техническими средствами // Морской вестник. 2018. № 3(67). С. 93–95.
4. Шикломанова И.А. Водные ресурсы России и их использование. СПб.: ГГИ, 2008. 598 с.
5. Transas. URL: <http://www.transas.ru> (дата обращения 14.12.2022)
6. Титов А.В., Зайкова С.Н., Волынский И.А., Хмельницкая А.А. Современное состояние и проблемы использования внутренних водных путей (на примере Волго-Каспийского морского судоходного канала). Пенза: Научно-издательский центр «Социосфера», 2017. 528 с.
7. Сайт Администрации «Волго-Балт». URL: <https://volgo-balt.ru> (дата обращения 14.12.2022)

8. Баннов К.В., Баскин А.С. Опыт проектирования постов регулирования движения судов на акваториях портов // Морской транспорт. Экспресс-информация. Сер. Судовождение и связь. 1971. № 2(37). С. 3–12.
9. Гриняк В.М., Головченко Б.С., Малько В.Н. Распознавание опасных ситуаций системами управления движением судов // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2011. № 8. С. 42–45.
10. Asborno M., Hernandez S., Mitchell K., Yves M. Inland waterway network mapping of AIS data for freight transportation planning // The Journal of Navigation. 2022. Vol. 75. Iss. 2. PP. 251–272. DOI:10.1017/S0373463321000953
11. Live Map // MarineTraffic. URL: <https://www.marinetraffic.com/en/ais/home/centerx:-12.0/centery:25.0/zoom:4> (Accessed 28.11.2021)
12. Fleetmon. URL: <https://www.fleetmon.com> (Accessed 28.11.2021)
13. VesselFinder. URL: <https://www.vesselfinder.com/ru> (Accessed 28.11.2021)
14. Навигационное оборудование // PHK. URL: https://radionavcom.ru/equip_radionav (дата обращения 12.11.2021)

References

1. Prichkin O. Vessel Traffic Control Systems – Development Horizons. *Morskije vesti Rossii*. 2020;5. (in Russ.) URL: <http://www.morvesti.ru/themes/1693/85498> [Accessed 14th December 2022]
2. Grinyak V.M. *Development of Mathematical Models to Ensure the Safety of Collective Movement of Ships*. D.Sc Thesis. Vladivostok: Far Eastern Federal University Publ.; 2016. 297 p. (in Russ.)
3. Shilov K.Y., Surin S.N., Grek B.V. Experience in Developing a Promising Integrated Control System for Technical Means. *Morskoy Vestnik*. 2018;3(67):93–95. (in Russ.)
4. Shiklomanova I.A. *Water Resources of Russia and Their Use*. St. Petersburg: State Hydrological Institute Publ.; 2008. 598 p. (in Russ.)
5. *Transas*. (in Russ.) URL: <http://www.transas.ru> [Accessed 14th December 2022]
6. Titov A.V., Zaikova S.N., Volynsky I.A., Khmel'nitskaya A.A. *Modern State and Problems of Using Inland Waterways (on the Example of the Volga-Caspian Marine Navigation Channel)*. Penza: Scientific-Publishing Center «Sotsiosfera» Publ.; 2017. 528 p. (in Russ.)
7. *Administration of the Volga-Baltic Basin of Inland Waterways*. (in Russ.) URL: <https://volgo-balt.ru> [Accessed 14th December 2022]
8. Bannov K.V., Baskin A.S. Experience in Designing Posts for Regulation of Vessel Traffic in Port Water Areas. *Morskoj transport. Ekspress-informaciya. Series: Sudovozhdenie i svyaz'*. 1971;2(37):3–12. (in Russ.)
9. Grinyak V.M., Golovchenko B.S., Malko V.N. Marine Safety Expert Information Systems. *Transport: science, equipment, management (Scientific Information Collection)*. 2011;8:42–45. (in Russ.)
10. Asborno M., Hernandez S., Mitchell K., Yves M. Inland waterway network mapping of AIS data for freight transportation planning. *The Journal of Navigation*. 2022;75(2):251–272. DOI:10.1017/S0373463321000953
11. *MarineTraffic*. Live Map URL: <https://www.marinetraffic.com/en/ais/home/centerx:-12.0/centery:25.0/zoom:4> [Accessed 28th November 2021]
12. *Fleetmon*. URL: <https://www.fleetmon.com> [Accessed 28th November 2021]
13. *VesselFinder*. URL: <https://www.vesselfinder.com/ru> [Accessed 28th November 2021]
14. *RNC*. Navigational Equipment. (in Russ.) URL: https://radionavcom.ru/equip_radionav [Accessed 11th November 2021]

Статья поступила в редакцию 01.06.2022; одобрена после рецензирования 20.07.2022; принята к публикации 01.08.2022.

The article was submitted 01.06.2022; approved after reviewing 20.07.2022; accepted for publication 01.08.2022.

Информация об авторах:

КАРЕТНИКОВ
Владимир Владимирович

доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой Судовождения на внутренних водных путях Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова

 <https://orcid.org/0000-0002-6857-8031>

КОСЯК
Яна Владимировна

директор центра дистанционного обучения управления информатизации Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова

 <https://orcid.org/0000-0002-6878-4273>

ДАНИЛОВ
Олег Олегович

лаборант кафедры Судовождения на внутренних водных путях Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова

 <https://orcid.org/0000-0001-8971-1375>

БЕСПАЛОВ
Александр Павлович

инженер кафедры Судовождения на внутренних водных путях Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова

 <https://orcid.org/0000-0001-7821-2423>