

Управление в организационных системах

Научная статья

Статья в открытом доступе

УДК 654.078

doi: 10.30987/2658-6436-2024-4-42-49

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА КАНАЛОВ СВЯЗИ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ДИСПЕТЧЕРСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В СОСТАВЕ РЕЧНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Александр Владимирович Базылев¹, Валерий Иванович Плющаев²

^{1,2} Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия

¹ kaf_radio@vsuwt.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6686-8628>

² kaf_radio@vsuwt.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6120-3782>

Аннотация. Приведены результаты экспериментальных исследований возможности использования каналов связи на базе автоматической идентификационной системы (АИС) для обмена информацией между судами и береговыми пунктами дополнительными объемами информации. Эксперимент проведен с использованием разработанных компонентов речных информационных систем (РИС) – диспетчерского и судового терминалов связи, использующих для передачи информации каналы связи АИС. Показано, что на внутренних водных путях (ВВП) на базе АИС целесообразно строить автоматизированные комплексы обмена информацией между судами и береговыми пунктами. Использование АИС для обмена информацией в РИС позволит не только повысить эффективность и безопасность судоходства, но и снизить расходы на эксплуатацию системы за счет использования уже существующей инфраструктуры.

Ключевые слова: речная информационная система, судовой терминал связи, автоматическая идентификационная система, связь на внутренних водных путях

Для цитирования: Базылев А.В., Плющаев В.И. Экспериментальная проверка каналов связи для передачи диспетчерской информации в составе речной информационной системы // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении. 2024. №4 (26). С. 42–49. doi: 10.30987/2658-6436-2024-4-42-49.

Original article

Open Access Article

EXPERIMENTAL TESTING OF COMMUNICATION CHANNELS FOR TRANSMITTING DISPATCH INFORMATION AS PART OF A RIVER INFORMATION SYSTEM

Alexander V. Bazylev¹, Valery I. Plyushchaev²

^{1,2} Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

^{1,2} kaf_radio@vsuwt.ru

Abstract. The article presents the results of experimental studies of using communication channels based on an automatic identification system (AIS) for exchanging additional amount of information between vessels and coastal points. The authors conduct the experiment using the developed components of river information systems (RIS), namely the dispatcher and ship communication terminals that apply AIS communication channels to transmit information. The paper shows that on inland waterways (IWW) it is advisable to build automated complexes for exchanging information between vessels and coastal points based on AIS. Using AIS for exchanging information in RIS will not only improve the efficiency and safety of navigation, but also reduce the cost of the system operation due to the use of the existing infrastructure.

Keywords: river information system, ship communication terminal, automatic identification system, communication on inland waterways

For citation: Bazylev A.V., Plyushchaev V.I. Experimental Testing of Communication Channels for Transmitting Dispatch Information as Part of a River Information System. Automation and modeling in design and management, 2024, no. 4 (26). pp. 42–49. doi: 10.30987/2658-6436-2024-4-42-49.

Введение

Ключевой проблемой обеспечения безопасности и эффективности судоходства на ВВП является организация надежной связи. В [1] представлен судовой терминал связи (СТС), позволяющий осуществлять обмен информацией в направлениях судно-берег, берег-судно и судно-судно и полностью обеспечивать реализацию требований «Порядка диспетчерского регулирования движения судов на внутренних водных путях Российской Федерации» [2].

В СТС предусмотрена передача информации двумя способами. Первый способ – использование каналов автоматических идентификационных систем (АИС), которыми оснащены все суда речного флота. Технические возможности АИС позволяют обмениваться дополнительной информацией, не регламентированной стандартами АИС без затрат на реализацию дополнительных каналов связи [3, 4]. В случае отсутствия связи в сети АИС или при передаче больших объемов информации (вне рамок, определяемых [2]) используется пакетная передача данных GPRS по сотовым сетям.

Автоматическая идентификационная система использует два канала связи (канал *A* и канал *B*) с множественным доступом с временным разделением (МДВР) [5, 6]. Для передачи информации используются повторяющиеся кадры длительностью 1 мин, каждый из которых разбивается на 2250 слотов. Работа на двух частотах позволяет передать за минуту 4500 однослотовых сообщений со скоростью 9600 бит/с (некоторые сообщения могут занимать до 5 слотов). Реальная пропускная способность канала АИС зависит от количества судов в зоне действия станции АИС и характера их движения (скорости и изменения курса). Интервал передачи динамической информации судовой АИС может меняться от 2 с (скорость более 23 узлов с изменением курса) до 3 мин (судно на якоре со скоростью менее 3 узлов). Таким образом, если в зоне действия АИС находятся 75 судов, передающих однослотовые сообщения один раз в 2 с (30 сообщений в минуту), то в кадре на одной частоте окажутся заняты все слоты ($30 \cdot 75 = 2250$). Однако такой сценарий для реки невозможен.

Алгоритмы МДВР позволяют обмениваться информацией даже в случае, если все слоты в кадре заняты, и станция не может выбрать свободный слот для передачи своего сообщения. В этом случае станция может выбрать для передачи слот, занятый удаленной станцией. В этом случае передача удаленной станции будет подавлена [6, 7].

Результаты экспериментальных исследований

Для обоснования возможности передачи по каналам АИС дополнительной информации (в рамках речной информационной системы), в Нижнем Новгороде с 01 по 22 августа 2023 г. был проведен мониторинг загруженности сети АИС. Антенна АИС установлена на крыше 10-этажного корпуса ВГАВТ, на высоте 128 м над уровнем р. Волга (64 м в Балтийской системе в период наблюдений). Контроль производился с помощью приемника Samsung SI-70A. Зона наблюдения представлена на рис. 1.

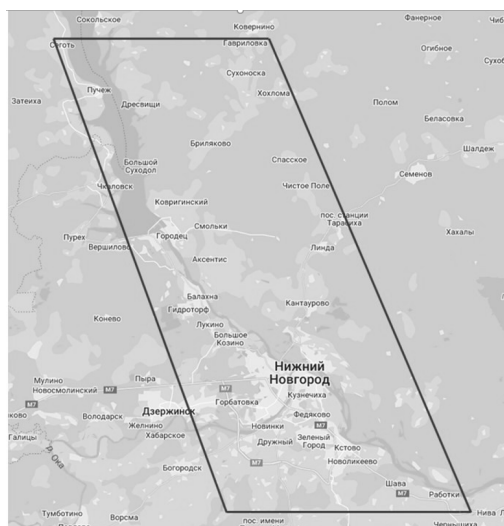


Рис. 1. Зона проведения мониторинга загруженности сети АИС
Fig. 1. The area for monitoring the traffic of the AIS network

На рис. 2 представлены количество судов с включенными АИС в зоне действия береговой станции и количество однослотовых сообщений, сгенерированных судовыми АИС.

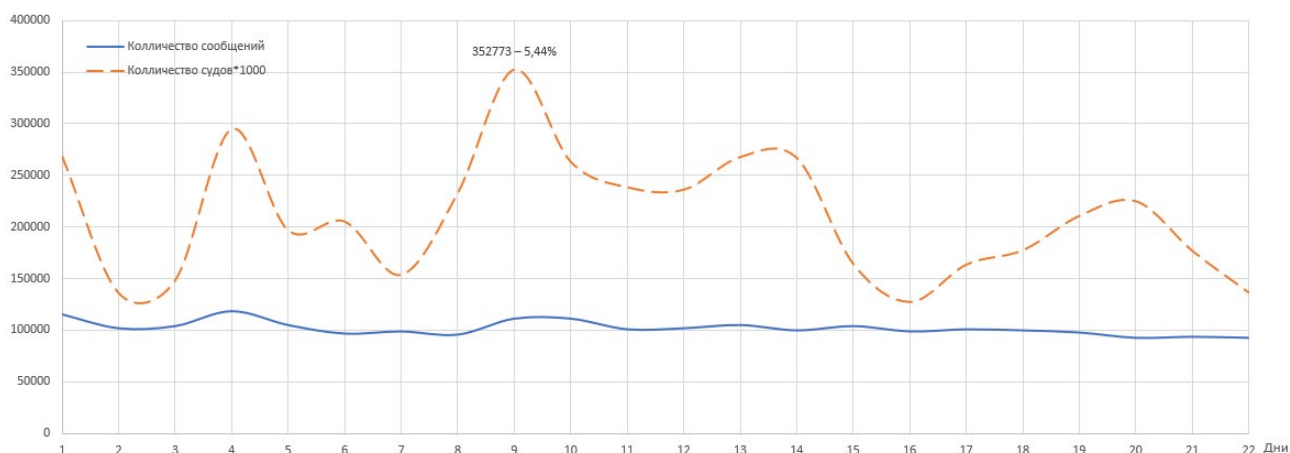
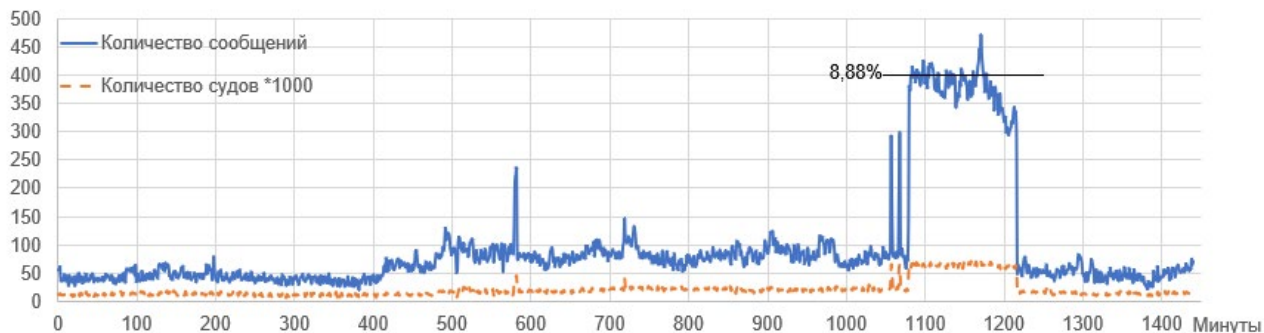


Рис. 2. Количество судов и сообщений АИС в зоне контроля
Fig. 2. Number of AIS vessels and messages in the control area

Количество судов в зоне контроля за период мониторинга составило от 93 до 118 за каждый час наблюдения. Максимальная нагрузка каналов АИС наблюдалась 09 августа 2023 г. – принято 352 773 (в пересчете на однослотовые) сообщений. При этом нагрузка каналов *A* и *B* в сети АИС составила 5,44 %. На рис. 3 показаны данные на 02 августа (наименьшая интенсивность движения и радиообмена) и 9 августа (наибольшая нагрузка в период наблюдения). В двух точках на каждом графике приведены значения загрузки каналов *A* и *B* АИС.

2.08.2023



9.08.2023

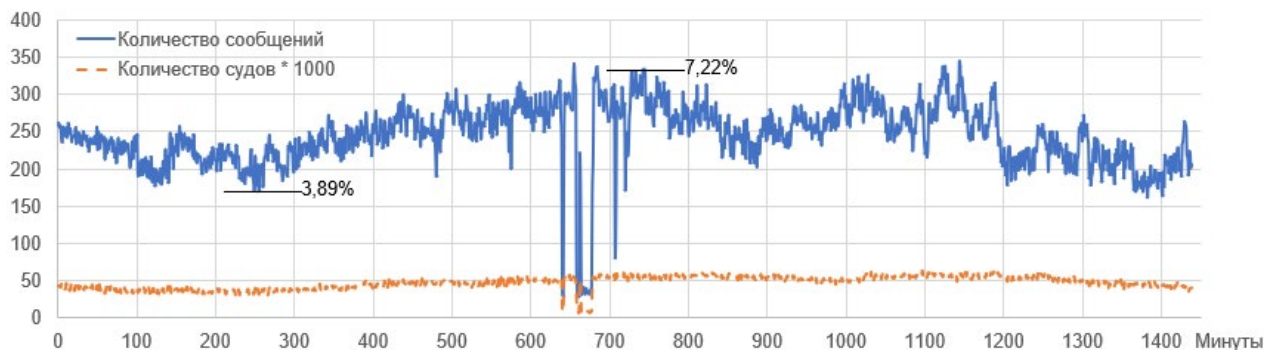


Рис. 3. Количество судов и сообщений АИС в зоне контроля 2 и 9 августа
Fig. 3. The number of AIS vessels and messages in the control zone on 2 and 9 august

Интервалы передачи станции АИС зависят от условий плавания и типа станции (определяется [5 – 7]). Все возможные варианты приведены в табл. 1.

Интервалы передачи станций АИС класса А и В

Transmission intervals of AIS Class A and B stations

Оборудование класса А	Номинальный интервал передачи	Оборудование класса В	Номинальный интервал передачи		
Судно «на якорю», скорость не более 3 узлов	180 с	Скорость менее 2 узлов	180 с		
		Скорость от 2 до 14 узлов	30 с		
		Скорость от 14 до 23 узлов	15 с		
Судно «на якорю», скорость более 3 узлов	10 с	Скорость больше 23 узлов	5 с		
				Скорость 0...14 узлов	10 с
				Скорость 0...14 узлов, изменение курса	3 1/3 с
				Скорость 14...23 узла	6 с
Скорость 14...23 узла, изменение курса	2 с				
Скорость более 23 узлов	2 с				
Скорость более 23 узлов, изменение курса	2 с				
Передача статической информации	360 с				

На основании данных мониторинга была построена диаграмма (рис. 4), отражающая распределение количества судов по режимам плавания, а следовательно, по определяемым условиям плавания номинальным интервалам передачи на интервале с 18:00 до 19:00 2 августа 2023 г. В этот час наблюдалась максимальная загрузка каналов АИС за весь период мониторинга (см. рис. 3), хотя средняя загрузка в этот день была наименьшей за период мониторинга.

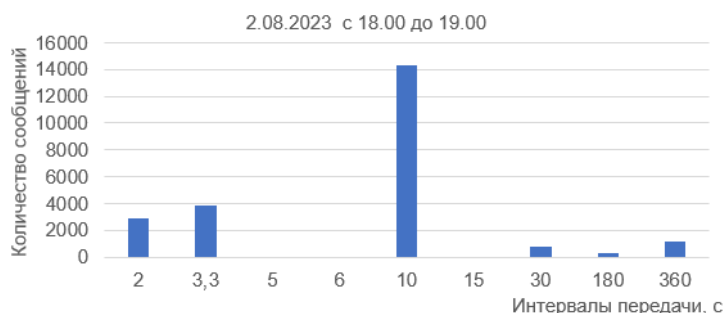


Рис. 4. Распределение судов по номинальным интервалам передачи в зависимости от режима движения
Fig. 4. Distribution of vessels by nominal transmission interval depending on the traffic mode

Всего в зоне действия береговой АИС в этот час находилось 83 судна. Каждые 6 мин каждое судно также передавало статическую информацию (столбик 360 на рис. 4). Количество переданных сообщений для такого распределения представлено на рис. 5.

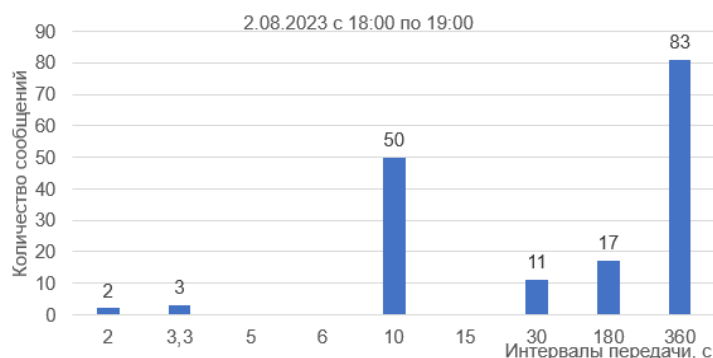


Рис. 5. Распределение сообщений станций АИС судов по номинальным интервалам передачи
Fig. 5. Distribution of messages from AIS stations of ships by nominal transmission interval

83 судна, находящиеся в зоне мониторинга, в интервале с 18:00 до 19:00 часов 02 августа 2023 г., отправили 23 298 сообщений (или 388 сообщений в минуту). То есть максимальная загрузка каналов *A* и *B* АИС за период наблюдения не превышает 8,62 %. При таком распределении судов по интервалам передачи и одновременной работе на каналах *A* и *B* АИС можно обслужить более 480 судов. Проблема перегрузки каналов АИС на ВВП крайне маловероятна. Работа некоторых из станций АИС на 40-ка секундном интервале показана на временной диаграмме (рис. 6).

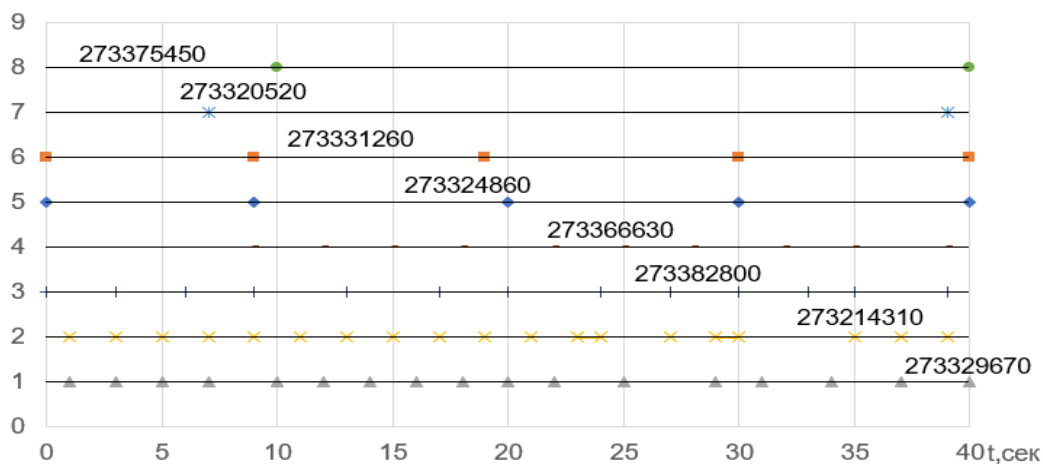


Рис. 6. Временная диаграммы работы станций АИС

Fig. 6. Time diagram of AIS stations operation

При обмене информацией в направлениях судно-берег, берег-судно и судно-судно (в рамках обеспечения реализации требований «Порядка диспетчерского регулирования движения судов на внутренних водных путях Российской Федерации» [2]) передачи осуществляются сравнительно редко. Диспетчерский пункт рассылает радиобюллетени по расписанию (один раз в 4 часа) или по необходимости осуществляет связь с судами отдельными посылками. В таком же режиме работает и АИС судна при работе с диспетчерским пунктом или другим судном.

Для того, чтобы система обеспечивала работоспособность на всех версиях АИС объем радиобюллетеня составляет от 1 до 3 слотов, судовых сообщений – 1 слот. Это связано с тем, что АИС класса *A* могут работать с сообщениями длиной до 5 слотов, в то время как станции АИС класса *B* могут обрабатывать сообщения длиной до 3 слотов.

Таким образом, результаты проведенных экспериментов показывают, что использование каналов АИС для передачи дополнительной информации не окажет заметного воздействия на загрузку сети АИС на ВВП.

Оценка работоспособности информационной сети

Для проверки работоспособности информационной системы была развернута сеть, состоящая из рабочего места диспетчера и двух СТС.

Рабочее место диспетчера (рис. 7) было размещено в здании ВГУВТ. Первый СТС (рис. 8) смонтирован в рубке теплохода «Петр Андрианов», на расстоянии 6,2 км от диспетчерского пункта). Второй СТС размещен в здании ВГУВТ.

В состав автоматизированного (АРМ) рабочего места «Диспетчер» входят: автоматическая идентификационная система (АИС) типа класса *A*; панельный компьютер; преобразователь интерфейса; принтер; специализированное программное обеспечение.

В состав СТС входят (см. рис. 8): судовая штатная АИС (1 на рис. 8); панельный компьютер с сенсорным экраном (2 на рис. 8); преобразователь интерфейса; принтер (3 на рис.8); блок питания; специализированное программное обеспечение.



Рис. 7. Аппаратура диспетчерского пункта
Fig. 7. Control room equipment

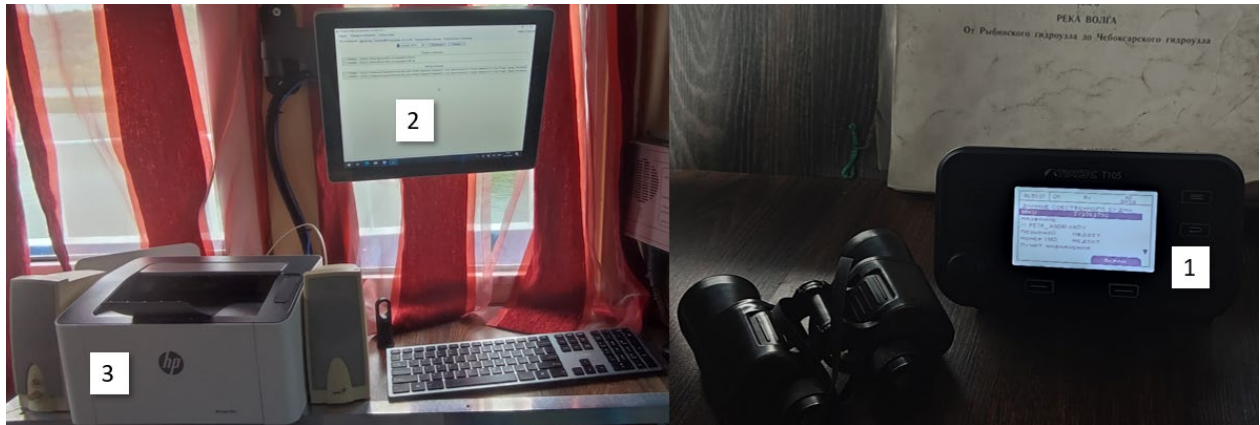


Рис. 8. Судовой терминал связи
Fig. 8. Ship's communication terminal

АРМ «Диспетчер» позволяет:

- формировать, редактировать, архивировать и осуществлять рассылку метеосообщений, навигационной (путевой) информации, сводок по уровням воды, ледовые сообщения, сообщений по безопасности, сообщений о расстановке природоохранных объектов и пунктах комплексного обслуживания флота, сообщений, касающихся безопасности плавания на ВВП, разрешений/запретов на выход судна на регулируемый участок как в широковещательном, так и в адресном режиме;
- осуществлять передачу как по расписанию, так и в произвольные моменты времени;
- принимать и архивировать сообщения с СТС в широковещательном и адресном формате;
- получать и архивировать динамическую, статическую и рейсовую информацию (сообщения №3 и №5 судовых АИС) с судов в зоне действия станции АИС диспетчерского пункта;
- распечатывать весь объем принятой и переданной информации.

Судовой терминал связи позволяет:

- принимать, архивировать, распечатывать все сообщения АРМ «Диспетчер» и СТС других судов;
- формировать, редактировать, архивировать и осуществлять передачу сообщений о повреждении, неисправности или отсутствии знаков навигационного ограждения, сообщений о

транспортных происшествиях, сообщений о загрязнении водной среды, сообщений по эпидемиологической обстановке, сообщений об установленных судно ограничениях по ветроволновому режиму и ледовым условиям, запросов разрешений на продолжения движения, докладов о прохождении участков «О» или «М», сообщений о чрезвычайных ситуациях в адресном режиме;

– формировать, редактировать, архивировать и осуществлять передачу сообщений на СТС других судов в адресном формате.

Пример полученного на судне радиобюллетеня (один из возможных вариантов) показан на рис. 9, пример судового сообщения – на рис. 10.

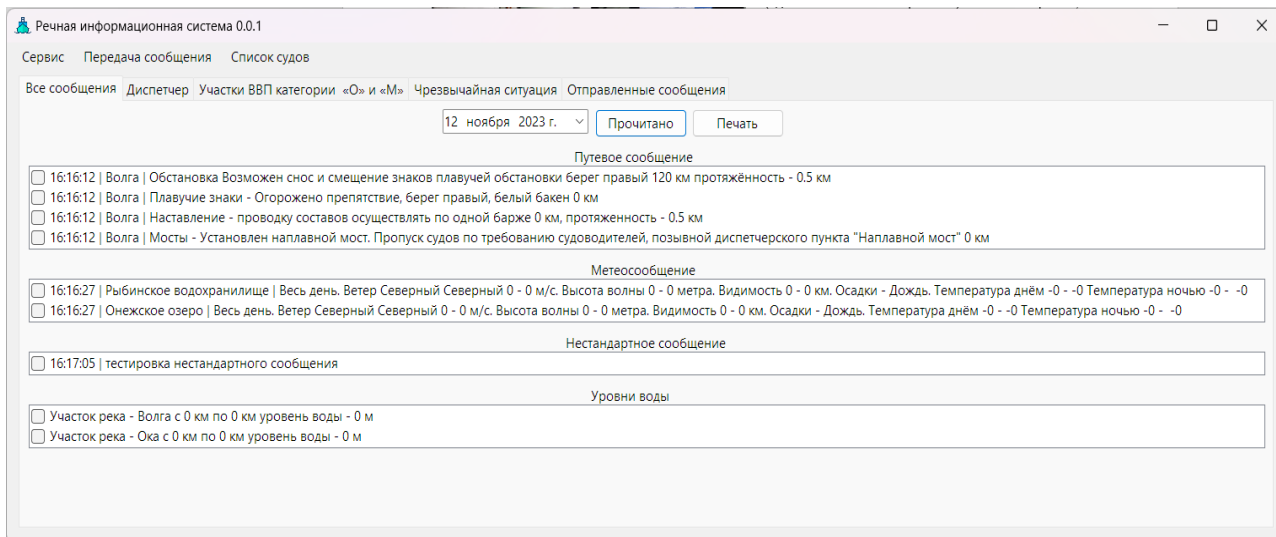


Рис. 9. Пример радиобюллетеня
Fig. 9. An example of a radio bulletin

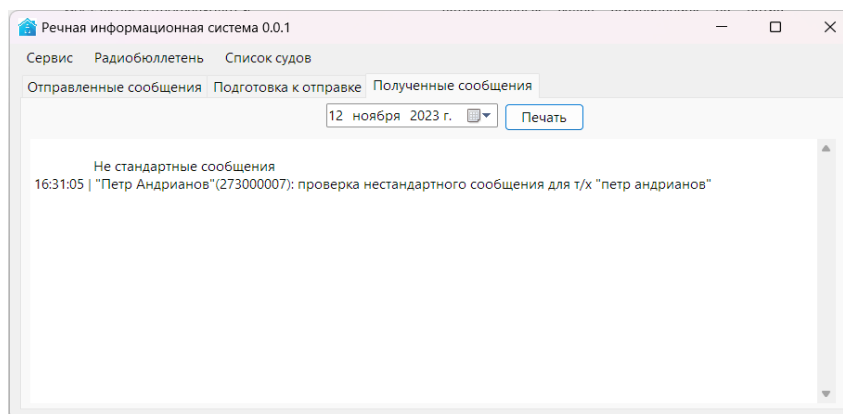


Рис. 10. Пример судового сообщения
Fig. 10. An example of a ship's message

Заключение

Полученные результаты позволяют сделать однозначный вывод о целесообразности использования каналов АИС для передачи диспетчерской и технологической информации в составе речных информационных систем. Такая система позволит на Единой глубоководной системе Европейской части России гарантировать доставку информации в направлении судно-берег и берег-судно в любой точке ВВП, а также обеспечит снижение нагрузки на судоводителя. При этом передача дополнительной информации не окажет заметного воздействия на загрузку сети АИС на ВВП.

Предложенная система автоматизированного обмена диспетчерской информацией по каналам АИС на внутренних водных путях обеспечивает обмен информацией в направлениях судно-берег, берег-судно и судно-судно в объеме, регламентируемом «Порядком диспетчер-

ского регулирования движения судов на внутренних водных путях Российской Федерации» (Приказ Министерства транспорта № 47 от 01 марта 2010 г.).

Список источников:

1. Базылев А.В., Кузьмичев И.К., Плющаев В.И. Судовой терминал связи для речной информационной системы // Транспортное дело России. – 2023. – №2(165). – С. 239-241.
2. «Порядок диспетчерского регулирования движения судов на внутренних водных путях Российской Федерации». Приказ Министерства транспорта № 47 от 01 марта 2010 г.
3. Плющаев В.И. Система контроля и передачи судовых технологических параметров береговым службам // Автоматизация и современные технологии. – 2012. – №2. – С. 37-39.
4. Корнев А.Б., Плющаев В.И. Пути повышения эффективности использования АИС на внутренних водных путях за счет организации передачи по ее каналам дополнительной информации. Речной транспорт (XXI век). – 2012. – №5. – С. 38-42.
5. Временное руководство по использованию автоматической информационной (идентификационной) системы (АИС) на судах и в береговых службах. Министерство транспорта Российской Федерации. – Москва. – 2002. – 58 с.
6. IALA technical clarifications on recommendation ITU-R M.1371-1. Edition 1.3. December 2002.
7. Recommendation ITU-R M.1371-5. Technical characteristics for an automatic identification system using time division multiple access in the VHF maritime mobile frequency band. – International Telecommunication Union. – Geneva, 02. 2014.

Информация об авторах:

Базылев Александр Владимирович

аспирант, Волжский государственный университет водного транспорта, <http://orcid.org/0000-0001-6686-8628>

Плющаев Валерий Иванович

доктор технических наук, профессор, Волжский государственный университет водного транспорта, <http://orcid.org/0000-0001-6120-3782>

**Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.**

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts of interests.**

Статья поступила в редакцию 17.06.2024; одобрена после рецензирования 02.09.2024; принята к публикации 16.09.2024.

The article was submitted 17.06.2024; approved after reviewing 02.09.2024; accepted for publication 16.09.2024.

Рецензент – Федяева Г.А., доктор технических наук, доцент, Брянский государственный технический университет.

Reviewer – Fedyaeva G.A., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Bryansk State Technical University.

References:

1. Bazylev A.V., Kuzmichev I.K., Plyushchaev V.I. Ship's Communication Terminal for the River Information System. Transport Business of Russia. 2023;2(165):239-241.
2. Procedure for Dispatching Regulation of Vessel Traffic on Inland Waterways of the Russian Federation. Order of the Ministry of Transport, no. 47; Mar 01, 2010.
3. Plyushchaev V.I. The Control and Transfer System of the Ship Technological Parameters to Shore Services. Automation and Modern Technologies. 2012;2:37-39.
4. Kornev A.B., Plyushchaev V.I. About Possibility of Expansion of Information Content Transmitting by AIS Communication Bus. River Transport (XXI Century). 2012;5:38-42.
5. Temporary Guidelines for Using Automatic Information (Identification) Systems (AIS) on Ships and in Coastal Services. Ministry of Transport of the Russian Federation. Moscow; 2002.
6. IALA Technical Clarifications on Recommendation ITU-R M.1371-1. 1.3 ed.; 2002.
7. Recommendation ITU-R M.1371-5. Technical Characteristics for an Automatic Identification System Using Time Division Multiple Access in the VHF Maritime Mobile Frequency Band. Geneva: International Telecommunication Union; 2014.

Information about the authors:

Bazylev Alexander Vladimirovich

Postgraduate student, Volga State University of Water Transport, <http://orcid.org/0000-0001-6686-8628>

Plyushchaev Valery Ivanovich

Doctor of Technical Sciences, Professor of Volga State University of Water Transport, <http://orcid.org/0000-0001-6120-3782>