

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Толокнова Ольга Михайловна — старший преподаватель. ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова» *olga_toloknova@mail.ru, kaf_electroprivod@gumrf.ru*
Шошмин Владимир Александрович — доктор технических наук, профессор. ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова» *pawlick@mail.ru*

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Toloknova Olga Mihajlovna — Senior Lecturer. Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping *olga_toloknova@mail.ru, kaf_electroprivod@gumrf.ru*
Shoshmin Vladimir Aleksandrovich — Dr. of Technical Sciences, professor. Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping *pawlick@mail.ru*

Статья поступила в редакцию 20 февраля 2016 г.

УДК 621.396

**Ю. М. Устинов,
А. В. Припотнюк,
А. И. Кулинич**

**АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ
СУДОВЫХ СРЕДСТВ СВЯЗИ И СПАСАНИЯ**

В статье рассмотрены вопросы оснащения судов новыми современными средствами связи и спасания в зависимости от района плавания судна. Показаны достоинства и недостатки современных конвенционных систем и дополнительного оборудования. В частности, показано, что современное оборудование имеет проблему надежной и оперативной связи на высоких широтах. Показаны пути решения данной проблемы как с помощью спутников на наклонных орбитах, так и использованием глобальной сети спутниковой связи ИРИДИУМ, АЙКО, ОДИССЕЙ. Приводятся рабочие зоны и параметры работы спутников на высокоэллиптических орбитах МОЛНИЯ, ТУНДРА, предлагаемых для работы на северных акваториях. В статье приводятся и изменения в аппаратуре спасательных средств, представлены материалы по модернизированному бую АИС-АРБ. На основании приведенных материалов делается вывод о необходимости модернизации комплекса судовой аппаратуры.

Ключевые слова: средства связи, цифровые методы, геосинхронных высокоэллиптических орбитах, ГМССБ, АИС-АРБ.

**Типовые составы судовых средств связи и спасания
для различных морских районов плавания**

Современные средства связи морской подвижной службы (МПС) и морской подвижной спутниковой службы (МПСС) обеспечивают связь судов с береговыми абонентами и другими судами. Состав радиооборудования МПС и МПСС зависит от морского района плавания судна. В соответствии с требованиями ГМССБ на судах для морских районов А1/А2/А3/А4 устанавливаются типовые составы радиооборудования, приведенные на рис. 1 – 4 [1], с сертификатами одобрения типа аппаратуры. Оборудование типового состава соответствует требованиям ГМССБ. На рис. 5 представлено оборудование спасательных средств [2]. Оборудование одинаково для района плавания судна, но зависит от тоннажа судна. Для судов водоизмещением от 300 до 500 регистровых тонн требуется один радиолокационный ответчик, для судов более 500 рег. т и всех пассажирских судах — не менее двух. На судах водоизмещением от 300 до 500 рег. т должно быть не менее двух ОВЧ-радиостанций, на судах более 500 и всех пассажирских — не менее трех ОВЧ-радиостанций [1].

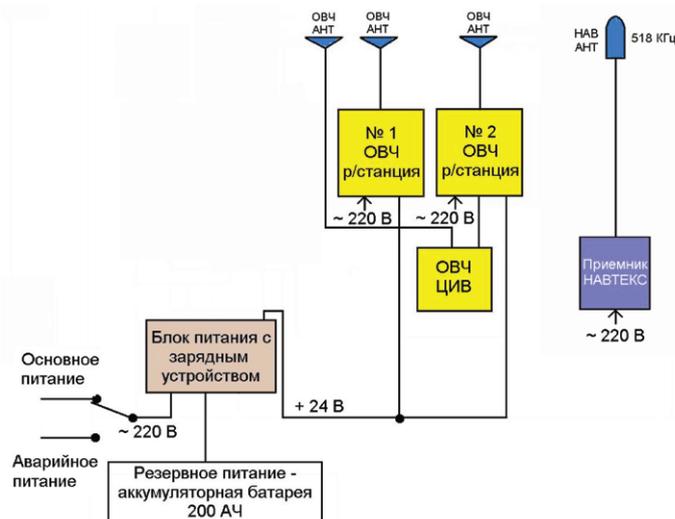


Рис. 1. Радиооборудование ГМССБ на судах международного плавания для морского района А1 (метод дублирования оборудования)

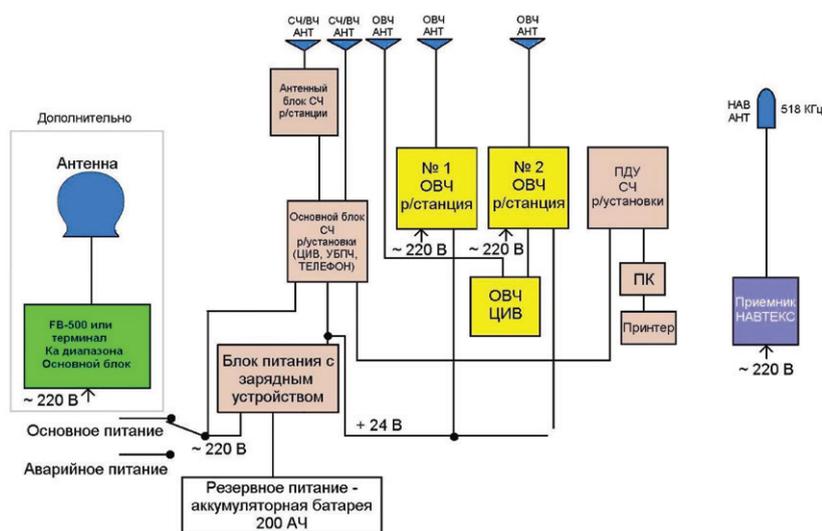


Рис. 2. Радиооборудование ГМССБ на судах международного плавания для морского района А2 (метод дублирования оборудования)

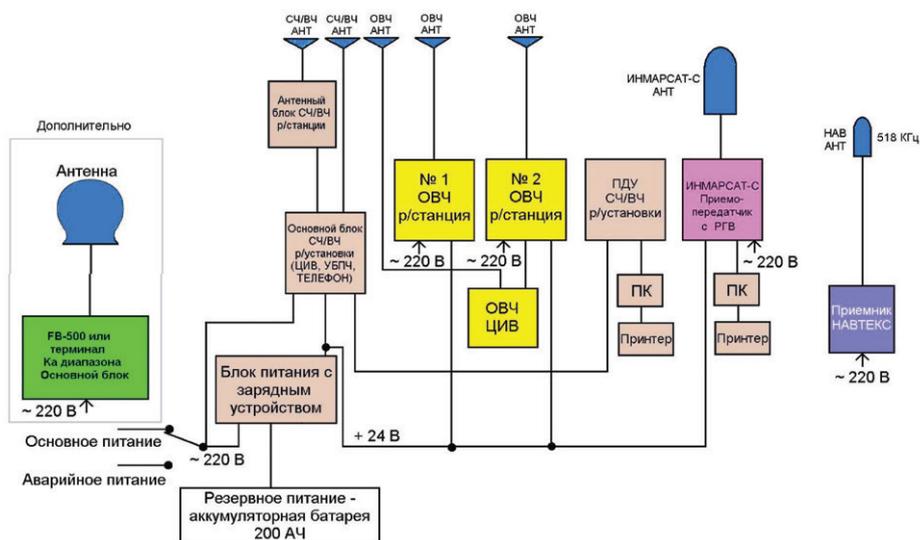


Рис. 3. Радиооборудование ГМССБ на судах международного плавания для морского района А3 (метод дублирования радиооборудования)

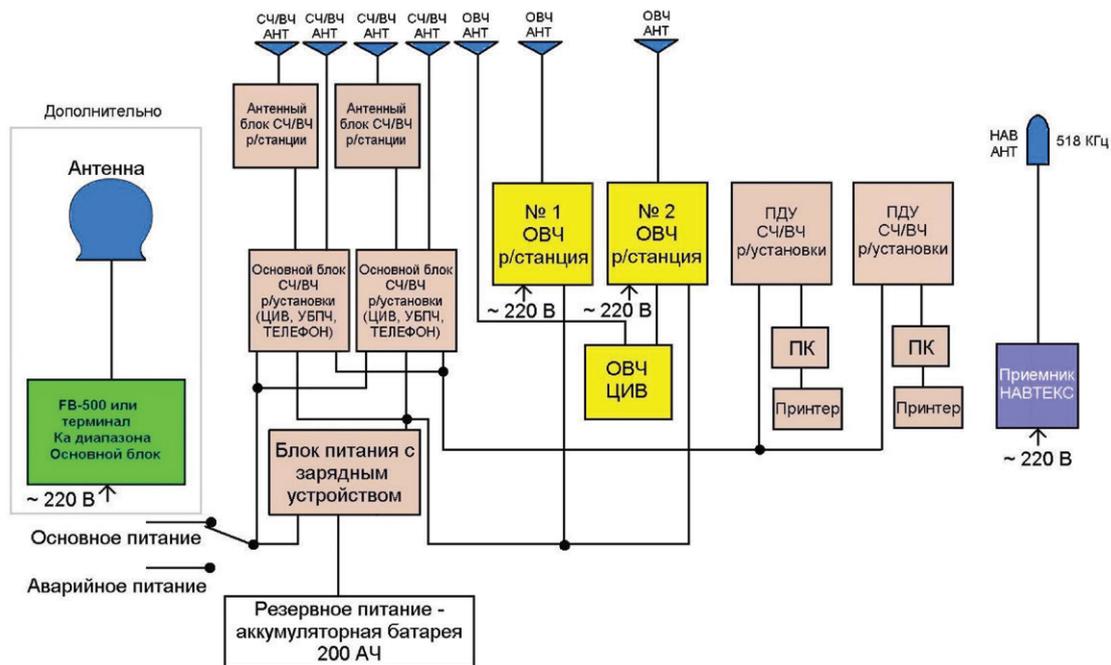


Рис. 4. Радиооборудование ГМССБ на судах международного плавания для морского района А3 или А4 (метод дублирования оборудования)

Спутниковый АРБ



АРБ КОСПАС-САРСАТ

Радиолокационный ответчик



ОВЧ радиостанции двусторонней связи



Рис. 5. Радиооборудование спасательных средств

Два статуса аппаратуры судовых средств связи

Оборудование судовых средств связи имеет два статуса: конвенционное (обязательное) оборудование (оборудование типового состава) и дополнительное оборудование.

Конвенционное оборудование, по требованию ГМССБ, имеет статус обязательного оборудования. Состав типового радиооборудования и сертификаты одобрения типа аппаратуры, установленной на судне, перед выходом в море проверяется администрацией морского регистра судоходства и, в случае несоответствия оборудования регламентированным требованиям, судну запрещается выход в море.

Дополнительное оборудование устанавливается на судне по решению судовладельца и должно обеспечивать большую надежность и оперативность ведения связи. Дополнительное оборудование не входит в типовой состав и по ряду параметров может не соответствовать требованиям ГМССБ.

Недостатки современного типового судового радиооборудования

Со дня основания ГМССБ в 1999 г. внедрено множество инноваций в технологии радиосвязи, одним из которых является переход с аналоговых методов формирования и обработки сигналов

связи на цифровые методы. При цифровом методе аппаратура имеет большую надежность, малые габариты, вес, технологична при массовом, серийном производстве. Однако инновации цифровых методов не коснулись аппаратуры связи ГМССБ, работающей в ОВЧ-, СЧ-, ВЧ-диапазонах волн. Как и 30 лет назад, судовые радиостанции этих диапазонов остались аналоговыми. Такое положение объясняется тем, что на всех судах радиостанции ОВЧ-, СЧ-, ВЧ-диапазонах имеют статус обязательного оборудования. Таких судов во всем мире тысячи. Необходимо согласие мирового сообщества, чтобы на судах одновременно поменялись принципы построения аналоговой аппаратуры связи МПС на цифровые [3], [4]. Необходимость перехода на цифровые методы рассматривались на 16-й сессии, в марте 2012 г. на подкомитете ИМО по радиосвязи, поиску и спасанию [5]. В приведенные типовые системы оборудования связи МПСС входят лишь спутниковые терминалы ИНМАРСАТ-С (ИНМАРСАТ mini-С). Эти терминалы не обеспечивают телефонную связь, работу в сети ИНТЕРНЕТ (кроме электронной почты E-mail). Скорость передачи данных мала — 600 бит/с [6].

Дополнительное оборудование, устанавливаемое на судах в виде спутниковых терминалов FB-500 или терминалов *Ka*-диапазона волн, исключает недостатки типового оборудования связи МПСС [7], так как эти терминалы по ряду параметров обладают наилучшими характеристиками среди выпускаемой аппаратуры.

В таблице приведены сравнительные характеристики судовых средств связи МПС и МПСС с учетом дополнительного оборудования.

Таблица

Сравнительные характеристики судовых средств связи МПС и МПСС с учетом дополнительного оборудования

Вид или тип судовой станции связи	Метод формирования сигналов	Дальность работы, км	Режимы работы	Скорость передачи при телеграфии, бит/с	Работа в сети ИНТЕРНЕТ	Оперативность связи	Стоимость трафика, \$/мин	Работа в составе ГМССБ	
МПС	ОВЧ-диапазон	Аналоговый	20 – 30	Телефон	Нет	Нет	Высокая	Практически бесплатный	Да
	СЧ-диапазон	Аналоговый	200 – 400	Телефон, ФАКС, телекс	100	Нет	Высокая	Практически бесплатный	Да
	КВ-диапазон	Аналоговый	Безгранична	Телефон, ФАКС, телекс	100	Нет	Зависит от состояния ионосферы	Практически бесплатный	Да
МПСС	Инмарсат-С	Цифровой	Глобальная до широты 70°	ФАКС, данные, телекс	600	Да, E-mail	Высокая	\$0,25 за 256 бит	Да
	FB-500	Цифровой	Глобальная до широты 70°	Телефон, ФАКС, данные	256000	Да	Высокая	1,8	Нет
	Терминал <i>Ka</i> -диапазона	Цифровой	Глобальная до широты 70°	Телефон, ФАКС, данные	5×10 ⁶	Да	Высокая	2,3	Нет

Однако типовое и дополнительное оборудование (терминалы FB-500 или терминалы *Ka*-диапазона волн) не решают проблему надежной и оперативной связи на широтах более 70° [8]. Спутниковые терминалы связи МПСС на этих широтах не работают, а радиостанции ВЧ-диапазона волн МПС имеют низкую надежность и оперативность связи ввиду следующих причин:

- сложность выбора частотного канала связи;
- низкая скорость телеграфии, не превышающей 100 бит/с;
- высокий уровень импульсных, атмосферных и промышленных помех;
- высокий уровень взаимных помех;
- высокий уровень замирания сигналов;
- возможность полного отсутствия связи при мощных вспышках на Солнце во время 11-летней солнечной активности.

Пути решения проблемы надежности и оперативности связи на широтах более 70°

Решить проблему надежной и оперативной связи с помощью терминалов МПСС на широтах более 70° возможно двумя путями [9]:

- использовать в системе спутниковой связи вместо геостационарных спутники на геосинхронных высокоэллиптических орбитах;
- использовать терминалы низкоорбитальной спутниковой системы связи ИРИДИУМ.

Орбитальная группировка из четырех спутников с использованием высокоэллиптических 12-часовых орбит типа МОЛНИЯ обеспечивает зоны радиовидимости одного из спутников с углами места, приведенными на рис. 6 [2], [4].

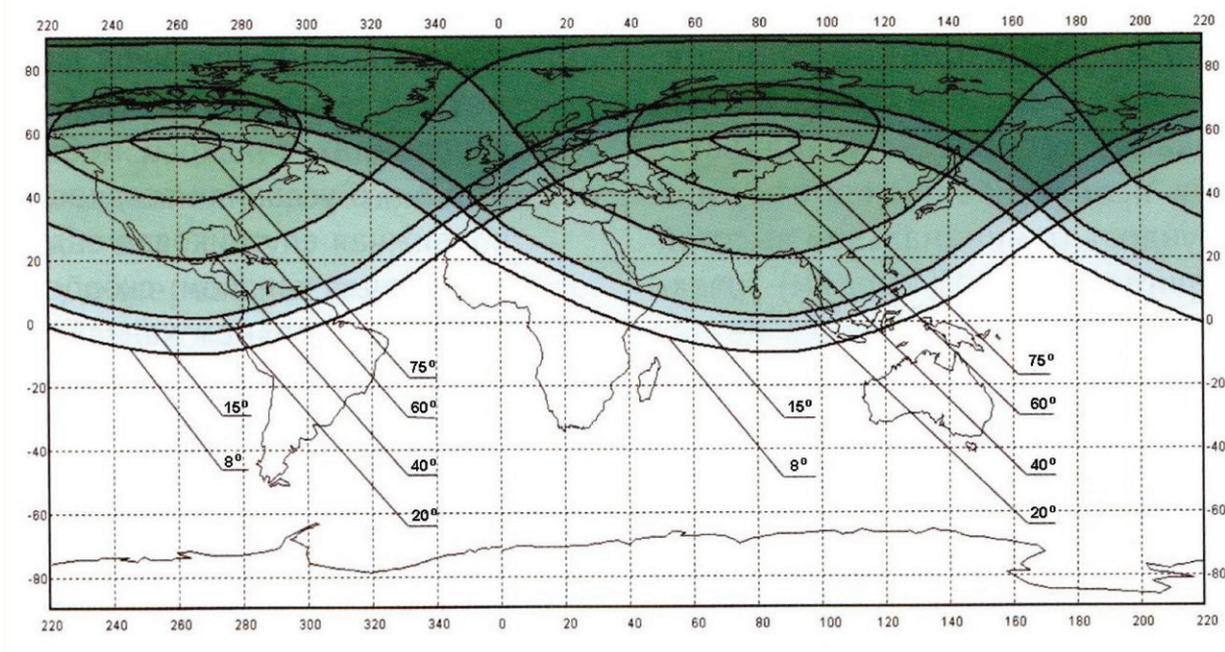


Рис. 6. Зоны радиовидимости, обеспечиваемые высокоэллиптическими орбитами типа МОЛНИЯ

Параметры орбит типа МОЛНИЯ:

- период обращения — около 43068 с;
- высота апогея — около 47170 км;
- высота перигея — от 750 до 3035 км;
- наклонение орбит — от 62,6 до 65,7°;
- аргумент широты перигея — от 257,9 до 295,7°.

Орбитальная группировка из трех спутников с использованием высокоэллиптических 24-часовых орбит типа ТУНДРА обеспечивает зоны радиовидимости одного из спутников с углами места, приведенными на рис. 7 [2], [4].

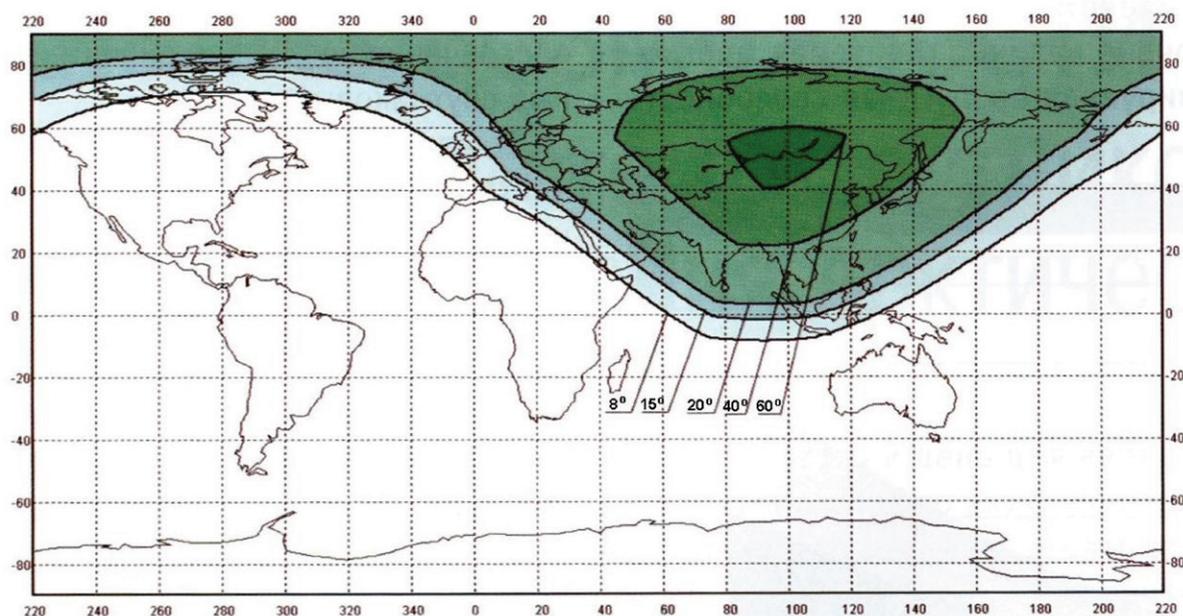


Рис. 7. Зоны радиовидимости, обеспечиваемые высокоэллиптическими орбитами типа ТУНДРА

Параметры орбит типа ТУНДРА:

- период обращения — около 86164 с;
- высота апогея — около 47170 км;
- высота перигея — от 24440 до 19000 км;
- наклонение орбит — 63,4°;
- аргумент широты перигея — 270°.

На спутниках с орбитами типов МОЛНИЯ и ТУНДРА должна быть установлена приемо-передающая ретрансляционная аппаратура системы ИНМАРСАТ. В этом случае терминалы ИНМАРСАТ-С, F-500 и др., установленные на судне, обеспечат работу на северной широте более 70°.

Второй путь решения проблемы связи на северных широтах — это использование спутниковой системы двойного (военного и гражданского) назначения ИРИДИУМ с помощью судовых терминалов IRIDIUM PILOT. Эти терминалы обеспечивают работу в режимах телефония, ФАКС, данные со скоростью до 134 кбит/с. На рис. 8 приведена схема соединений терминала IRIDIUM PILOT, обеспечивающая одновременную работу трех независимых телефонов и подключение терминалов к сети ИНТЕРНЕТ.



Рис. 8. Схема соединений терминала IRIDIUM PILOT для одновременной работы трех телефонов и подключение к сети ИНТЕРНЕТ

Перспективы развития судовых спасательных средств навигации и связи

На рис. 5 приведены виды судовых спасательных средств в соответствии с требованиями ГМССБ [2], [10]. В 2010 г. принято решение о включении в состав спутникового АРБ КОСПАС-САРСАТ передатчика АИС-аппаратуры. Излучаемая мощность передатчика — 12,5 Вт, дальность действия — 18 миль. Модернизированный АИС-АРБ (AIS-SART) будет дополнительно передавать на международных частотах 161,975 и 162,025 МГц восемь раз в минуту АИС-сообщения № 1 и № 14 с признаками бедствия. Эти сообщения будут приниматься не только проходящими судами, но и приемниками АИС-аппаратуры, установленными на спутниках. Сообщение № 1 содержит данные о гибнущем судне: MMSI — идентификационный номер судна, координаты, время, истинный курс, путевой угол, скорость. В сообщении № 14 передается информация о характере бедствия, требуемой помощи и др.

Выводы

Современный типовой состав судового радиооборудования и оборудования спасательных средств не отвечает новым потребностям и вынуждает судовладельца покупать дополнительное оборудование. При работе в северных широтах судовое спутниковое оборудование малоэффективно, состав радиооборудования нуждается в модернизации. Решением этих вопросов могут быть приводимые в статье варианты с использованием традиционной практически бесплатной аналоговой связи, использование спутников с высокоэллиптическими орбитами типа МОЛНИЯ и ТУНДРА в системе ИНМАРСАТ или использование альтернативных спутниковых систем. С появлением АИС требуется и изменение оборудования спасательных средств.

Заключение

Персональная связь на море в морском районе АЗ ГМССБ возможна с помощью мобильных спутниковых телефонов систем ИНМАРСАТ, ТУРАЙА, ГЛОБАЛСТАР, ИРИДИУМ. В морских районах АЗ/А4 ГМССБ персональная спутниковая связь возможна лишь с помощью мобильных спутниковых телефонов системы ИРИДИУМ и в ближайшей перспективе — спутниковых телефонов систем АЙКО и ОДИССЕЙ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Маринич А. Н.* Современное судовое оборудование средств электронной навигации, ГМССБ и береговая единая система контроля и управления судоходством: монография / А. Н. Маринич, А. В. Припотнюк, Ю. М. Устинов [и др.] / под ред. Ю. М. Устинова. — Петропавловск-Камчатский: Изд-во Камчатского ГТУ, 2007. — 261 с.
2. *Кулинич А. И.* Перспективы развития судовых спасательных средств навигации и связи / А. И. Кулинич, А. Н. Маринич, А. В. Припотнюк [и др.] // Спутниковые технологии и бизнес. — 2014. — № 11. — С. 40–44.
3. *Ильин А. А.* Цифровые терминалы спутниковых систем связи / А. А. Ильин, А. Н. Маринич, А. В. Припотнюк [и др.] / под ред. Ю. М. Устинова. — СПб.: Деан, 2005. — 192 с.
4. *Маринич А. Н.* Цифровые информационные потоки в судовых интегрированных системах навигации и системах связи / А. Н. Маринич, А. В. Припотнюк, Ю. М. Устинов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2015. — № 2 (30). — С. 48–56.
5. Sub-committee on radiocommunications and search and rescue COMSAR. — 2012. — 16th session. — item 17.
6. *Кулинич А. И.* Мониторинг судов на северных широтах с помощью терминалов ИНМАРСАТ-С и ИНМАРСАТ-D+ / А. И. Кулинич, А. Н. Маринич, А. В. Припотнюк [и др.] // Спутниковые технологии и бизнес. — 2013. — Декабрь. — С. 8–14.

7. Кулинич А. И. Простейшие судовые терминалы IsatData Pro и IsatPhone Pro для передачи данных и телефонии по системе Инмарсат / А. И. Кулинич, А. Н. Маринич, Ю. М. Устинов // Морское образование: традиции, реалии и перспективы: материалы науч.-практич. конф. 31 марта 2015 г. — СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова, 2015. — Т. 2. — С. 127–131.

8. Выгонский Ю. Анализ возможности создания системы спутниковой связи для обслуживания Арктического района / Ю. Выгонский, А. Кузовников, В. Головков // Спутниковые технологии и бизнес. — 2014. — № 5. — С. 24–31.

9. Маринич А. Н. Обзор мобильных спутниковых телефонов для персональной связи на море / А. Н. Маринич, А. В. Припотнюк, Ю. М. Устинов // Спутниковые технологии и бизнес. — 2014. — № 12. — С. 80–83.

10. Общий каталог продукции серии NavNet FURUNO. — 2009 г. — 84 с.

ANALYSIS OF THE CURRENT STATE OF SHIP COMMUNICATIONS AND RESCUE EQUIPMENT

The paper considers the issues of equipping courts with new modern means of communication and rescue depending on the navigation area of the vessel. The advantages and disadvantages of conventional systems and additional equipment are showed. In particular, it is shown that modern equipment has the problem of reliable and rapid communication at high latitudes. The ways of solving this problem as by using satellites in inclined orbits, and using a global satellite network IRIDIUM, AIKO, ODYSSEUS are showed. The paper considers work areas and parameters of the satellites on highly-elliptical orbits MOLNIYA, TUNDRA which are offered for work in Northern waters. The paper presents the changes in equipment and rescue tools. The paper presents materials on the upgraded buoy AIS-SART. Based on the above materials, the conclusion about the necessity of modernization of complex shipboard equipment was made.

Keywords: communications equipment, digital methods, geosynchronous highly elliptical orbits, GMDSS, AIS-SART.

REFERENCES

1. Marinich, A. N., A. V. Pripotnjuk, Ju. M. Ustinov, et al. *Sovremennoe sudovoe oborudovanie sredstv jelektronnoj navigacii, GMSSB i beregovaja edinaja sistema kontrolja i upravlenija sudohodstvom: Monografija*. Petropavlovsk-Kamchatskij: Kamchat. GTU, 2007.

2. Kulinich, A. I., A. N. Marinich, A. V. Pripotnjuk, Ju. M. Ustinov, and A. R. Shagibutdinov. “Perspektivy razvitija sudovyh spasatelnyh sredstv navigacii i svjazi.” *Sputnikovye tehnologii i biznes* November (2014): 40–44.

3. Il'in, A. A., A. N. Marinich, A. V. Pripotnjuk, and Ju. M. Ustinov. *Cifrovye terminaly sputnikovyh sistem svjazi*. SPb.: Dean, 2005.

4. Marinich, A. N., A. V. Pripotnjuk, and Ju. M. Ustinov. “Digital information streams in the ship integrated systems of navigation and communication systems.” *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova* 2(30) (2015): 48–56.

5. Sub-committee on radiocommunications and search and rescue COMSAR. 2012. 16th session. Item 17.

6. Kulinich, A. I., A. N. Marinich, A. V. Pripotnjuk, and Ju. M. Ustinov. “Monitoring sudov na severnyh shirotah s pomoshh'ju terminalov INMARSAT-S i INMARSAT-D+.” *Sputnikovye tehnologii i biznes* December (2013): 8–14.

7. Kulinich, A. I., A. N. Marinich, Ju. M. Ustinov. “The simplest marie terminal IsatData Pro and IsatPhone Pro for data and telephony services on the Inmarsat system.” *Morskoe obrazovanie: tradicii, realii i perspektivy: materialy nauchno-prakticheskoy konferencii. 31 marta 2015 g.* SPb.: Izd-vo GUMRF im. adm.S.O. Makarova, 2015. T. 2. 127–131.

8. Vygonskij, Ju., A. Kuzovnikov, and V. Golovkov. “Analiz vozmozhnosti sozdaniya sistemy sputnikovoy svjazi dlja obsluzhivaniya Arkticheskogo rajona.” *Sputnikovye tehnologii i biznes* May (2014): 24–31.

9. Marinich, A. N., A. V. Pripotnjuk, and Ju. M. Ustinov. “Obzor mobilnyh sputnikovyh telefonov dlja personalnoj svjazi na more.” *Sputnikovye tehnologii i biznes* December (2014): 80–84.

10. Obshhij katalog produkcii serii NavNet FURUNO. 2009 g.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Устинов Юрий Матвеевич —
доктор технических наук, профессор.
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени
адмирала С. О. Макарова»
kaf_tsn@gumrf.ru
Припотнюк Андрей Владимирович —
инструктор МУТЦ, методист направления ГМССБ.
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени
адмирала С. О. Макарова»
apripotnyuk@mts.spb.su, kaf_tsn@gumrf.ru
Кулинич Андрей Иванович — аспирант.
Научный руководитель:
Устинов Юрий Матвеевич.
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени
адмирала С.О. Макарова»
kaf_tsn@gumrf.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Ustinov Yury Matveevich —
Dr. of Technical Sciences, professor.
Admiral Makarov State University
of Maritime and Inland Shipping
kaf_tsn@gumrf.ru
Pripotnyuk Andrey Vladimirovich —
instructor of Makarov training centre.
Admiral Makarov State University
of Maritime and Inland Shipping
apripotnyuk@mts.spb.su
Kulinich Andrey Ivanovich — postgraduate.
Supervisor:
Ustinov Yury Matveevich.
Admiral Makarov State University
of Maritime and Inland Shipping
kaf_tsn@gumrf.ru

Статья поступила в редакцию 8 февраля 2016 г.