

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ

DOI: 10.21821/2309-5180-2016-8-5-166-172
УДК 621.396

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

РАЗВИТИЕ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ НА СУДАХ В СЕВЕРНЫХ ШИРОТАХ

Судовые спутниковые средства связи ГМССБ и размещаемое на судах дополнительное оборудование не обеспечивают связь в северных широтах. В статье анализируются возможности спутниковой системы ИНМАРСАТ, исследуется текущее состояние системы. Представлены примеры реализации терминалов, показан терминал ИНМАРСАТ mini-C, широкополосный терминал для работы со спутниками четвертого поколения в сети ИНТЕРНЕТ. Сделан вывод о невозможности работы системы в высоких широтах, приводятся основные направления модернизации системы связи в высоких широтах. Рассматриваются три варианта создания спутниковой связи на судах для устранения этого недостатка. Анализируются возможности системы МЕРИДИАН для судовой связи в морских районах плавания А3/А4 ГМССБ. Предлагается совместное использование ИНМАРСАТ и модернизированной высокоэллиптической спутниковой системы для судовой связи в морских районах плавания А3/А4 ГМССБ. Отмечается, что совместное использование действующих спутниковых систем связи ИНМАРСАТ и системы связи ИРИДИУМ также решает проблему связи для судов в высоких широтах. Сформулирован вывод о целесообразности использования дополнительного оборудования для морских районов плавания А1 и А2 ГМССБ в виде мобильных терминалов спутниковых систем.

Ключевые слова: спутниковая система связи, ИНМАРСАТ, морской район, судовой терминал.

Введение

Система спутниковой связи ИНМАРСАТ морской подвижной спутниковой службы, которая входит в состав ГМССБ, является международной системой и предназначена для обеспечения спутниковой связью суда в Мировом океане. Система ИНМАРСАТ является геостационарной спутниковой системой, она находится в эксплуатации с 1982 г., с тех пор в системе сменилось четыре поколения спутников [1] – [3], [5], [6].

1. Современные средства спутниковой связи на судах в морских районах плавания А3/А4 ГМССБ

В соответствии с международными соглашениями система ИНМАРСАТ решает следующие задачи:

- безопасность мореплавания и охрана человеческой жизни на море;
- подача оповещений о бедствии;
- координация качества спасательных работ на море;
- повышение эффективности плавания судов;
- организация коммерческой морской связи.

Существующую систему ИНМАРСАТ на судах используют более 160 государств, так как практика связи показала, что спутниковая связь обладает большей надежностью и оперативностью по сравнению с традиционными коротковолновыми средствами связи.

Современное штатное средство спутниковой связи, устанавливаемое на судах в морских районах плавания А3/А4



Рис. 1. ИНМАРСАТ mini-C

ГМССБ, состоит из терминала ИНМАРСАТ-С или ИНМАРСАТ mini-С, внешний вид которого приведен на рис. 1 [1].

Терминалы ИНМАРСАТ-С и ИНМАРСАТ mini-С относятся к классу узкополосных терминалов и работают в режимах ТЕЛЕКС, ДАННЫЕ, ФАКС. Скорость передачи / приема данных составляет 600 бит/с. В качестве дополнительного оборудования после развертывания четвертого поколения спутников ИНМАРСАТ-4 на судах устанавливают широкополосные терминалы FB-500 выпуска 2009 г. [4]. Терминалы FB-500 обеспечивают связь в режимах ТЕЛЕФОНИЯ, ФАКС, ДАННЫЕ, а также работу в сети Интернет. Максимальная скорость передачи / приема данных равна 356/432 кбит/с.

На рис. 2 приведен внешний вид терминала FB-500. Диаметр его выносной антенны, направляемой по азимуту и углу места, равен 72 см.



Рис. 2. Внешний вид спутникового терминала FB-500 с выносной антенной

В последние годы в связи с глобальным потеплением мировое сообщество обеспокоено тем, что судовая спутниковая аппаратура ИНМАРСАТ, установленная на судах, не обеспечивает связь на трассах Северного морского пути, так как для терминалов ИНМАРСАТ-С этой системы минимально-допустимая величина угла места спутников равна 10° , а для терминалов FB-500 — 20° . Это означает, что на широтах более 70° и более 62° терминалы ИНМАРСАТ-С и FB-500 работать не будут.

Задача создания судовой спутниковой связи в Мировом океане, включая северные широты, может быть решена тремя путями:

- совместное использование геостационарной системы ИНМАРСАТ и действующей спутниковой системы МЕРИДИАН на высокоэллиптических орбитах;
- совместное использование системы ИНМАРСАТ с модернизированной спутниковой системой на высокоэллиптических орбитах;
- совместное использование системы ИНМАРСАТ с низкоорбитальной спутниковой системой ИРИДИУМ.

2. Совместное использование различных действующих спутниковых систем для судовой связи в морских районах плавания АЗ/А4 ГМССБ

ИНМАРСАТ и МЕРИДИАН. Второе поколение высокоэллиптической спутниковой системы МОЛНИЯ носит название МЕРИДИАН. Система МЕРИДИАН (Россия) обеспечивает в С-диапазоне частоты круглосуточное обслуживание Северного полушария Земли и предназначена для телевизионных передач и многоканальной телефонно-телеграфной связи [2]. Спутники системы МЕРИДИАН в четырех плоскостях на 12-часовых орбитах «зависают» в течение 6 ч над

поверхностью Земли (59 ... 64° с. ш. и 80° в. д.) на высоте 32000 ... 40000 км. Для непрерывной круглосуточной работы в орбитальную группировку входит четыре спутника. Угол места спутника на трассах Северного морского пути превышает 40°.

Задача судовой связи в северных широтах по системе МЕРИДИАН не может быть решена, так как для подвижных объектов в продаже отсутствуют терминалы этой системы.

ИНМАРСАТ и модернизированная высокоэллиптическая спутниковая система. Для судовой связи в морских районах плавания А3/А4 ГМССБ в состав дополнительного оборудования включается терминал FВ-500, если высокоэллиптическая система будет модернизирована. В модернизированной системе формат сигналов должен совпадать с форматом сигналов системы ИНМАРСАТ.

В морском районе плавания А3 ГМССБ терминалы ИНМАРСАТ-С и FВ-500 будут работать по сигналам действующей системы ИНМАРСАТ [8], [9] а на северных широтах — по сигналам группировки спутников модернизированной высокоэллиптической спутниковой системы связи.

ИНМАРСАТ и ИРИДИУМ. Спутниковая связь в северных широтах на судах будет возможна, если в состав дополнительного оборудования связи включить терминал IRIDIUM PILOT спутниковой низкоорбитальной системы связи ИРИДИУМ.

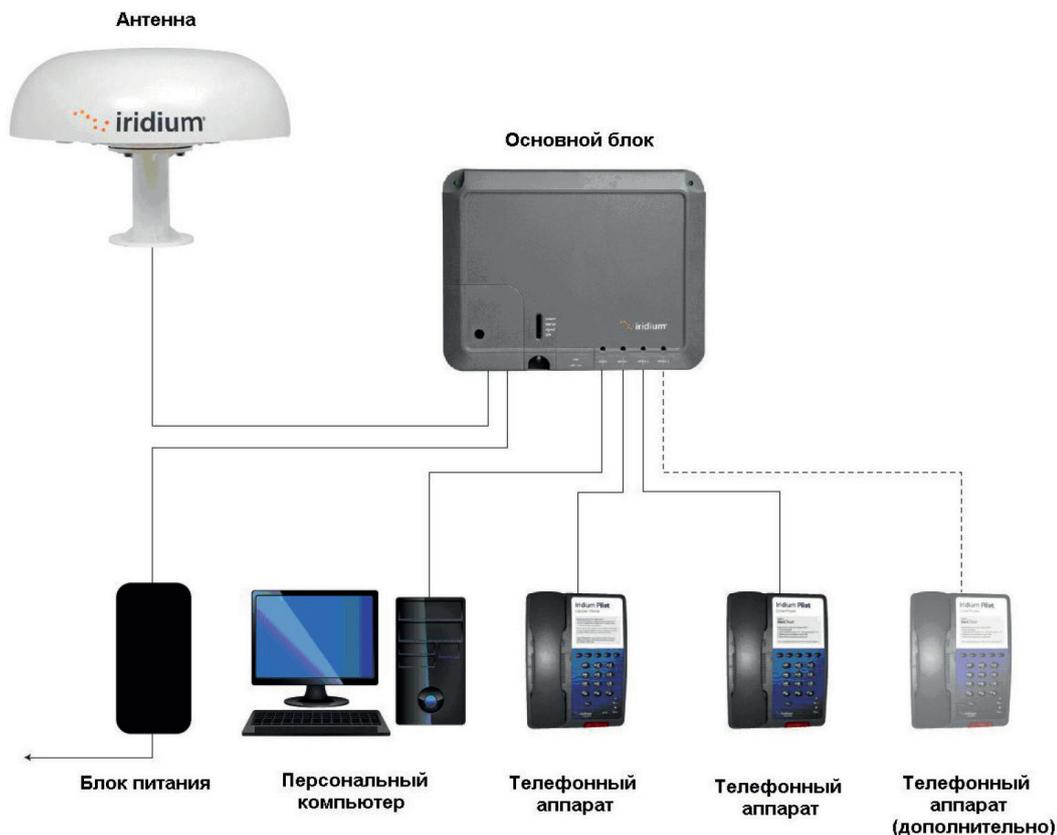


Рис. 3. Схема соединений судового спутникового терминала IRIDIUM PILOT

На рис. 3 приведена схема соединений судового терминала IRIDIUM PILOT, обеспечивающего работу трех независимых телефонов, передачу данных со скоростью до 134 кбит/с и постоянное подключение к сети Интернет.

3. Целесообразность использования дополнительного оборудования для морских районов плавания А1, А2 ГМССБ в виде мобильных терминалов спутниковых систем

Штатный состав радиооборудования связи для морского района плавания А1 ГМССБ состоит из ОВЧ-радиостанций, для района плавания А2 ГМССБ — из ОВЧ- и СЧ-радиостанций [7]. До недавнего времени низкая энергетика и невозможность использования крупноапертурных

антенн на спутниках связи делало невозможным создание мобильных терминалов для судовой телефонии и передачи данных. В течение последних лет эти недостатки были устранены. В продаже появились мобильные спутниковые телефоны систем ИНМАРСАТ, ТУРАЙА, ГЛОБАЛСТАР, ИРИДИУМ [10]. Фотографии мобильных телефонов указанных спутниковых систем связи представлены на рис. 4.



Рис. 4. Мобильные спутниковые телефоны различных систем связи:
 а — ИНМАРСАТ; б — ТУРАЙА; в — ГЛОБАЛСТАР; г — ИРИДИУМ

На рис. 5 приведен внешний вид мобильного пейджера DeLORME in Reach системы ИНМАРСАТ:

- для двусторонней связи с возможностью отправки текстовых сообщений (на адреса электронной почты или мобильного телефона) длиной 160 символов;
- для выбора интервала трекинга от 10 мин до 4 ч;
- для передачи сообщения БЕДСТВИЕ;
- для подтверждения о приеме переданных сообщений.



Рис. 5. Мобильный пейджер DeLORME in Reach системы ИНМАРСАТ для передачи текстовых сообщений

Представляется целесообразным в состав дополнительного оборудования судовых средств связи для морских районов А1, А2 ГМССБ ввести (по выбору судовладельца) мобильные спутниковые телефоны и пейджеры текстовых сообщений [11], [12].

Выводы

1. Имеющееся оборудование на судах соответствует национальным и международным правилам, но не обеспечивает связь в высоких широтах. Повсеместное и традиционное использование системы связи ИНМАРСАТ требует использования дополнительного оборудования на судах. Возможность связи в высоких широтах могут предложить такие системы, как МЕРИДИАН на высокоэллиптических орбитах; модернизированная спутниковая система на высокоэллиптических орбитах и низкоорбитальная спутниковая система ИРИДИУМ.

2. Целесообразно изменить состав дополнительного оборудования спутниковых средств связи для всех морских районов плавания ГМССБ.

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: Камчат. ГТУ, 2007. — 261 с.

2. *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.

3. *Ильин А. А.* Цифровые терминалы спутниковых систем связи. Справочное издание / А. А. Ильин, А. Н. Маринич, А. В. Припотнюк, Ю. М. Устинов / под общ. ред. Ю. М. Устинова. — СПб.: Деан, 2005. — 192 с.

4. Общий каталог продукции для прогулочных судов 2009 г. [Электронный ресурс]: FURUNO. — Режим доступа: <http://www.furuno.ru/> (дата обращения: 13.01.2016).

5. ФГУП «Морсвязьспутник» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.marsat.ru/> (дата обращения: 13.01.2016).

6. *Резников В. Ю.* Судовая радиосвязь. Справочник по организации и радиооборудованию ГМССБ / В. Ю. Резников, Ю. М. Устинов, А. А. Дуров [и др.] / под общ. ред. Ю. М. Устинова. — СПб.: Судостроение, 2002. — 480 с.

7. *Кулинич А. И.* Основные направления модернизации морской ВЧ радиосвязи / А. И. Кулинич, А. Н. Маринич, А. В. Припотнюк, Ю. М. Устинов // Научно-технический сборник Российского морского регистра судоходства. — 2012. — № 35. — С. 136–141.

8. *Кулинич А. И.* Мониторинг судов на северных широтах с помощью терминалов ИНМАРСАТ-C и ИНМАРСАТ-D+ путём использования модифицированной квазистационарной орбиты системы связи ИНМАРСАТ / А. И. Кулинич, А. Н. Маринич, А. В. Припотнюк, Ю. М. Устинов // Спутниковые технологии и бизнес. — 2013. — Декабрь. — С. 8–12.

9. *Маринич А. Н.* Передача и прием данных широкополосными терминалами Fleet77, FB250, FB500 в активированных зональных лучах ИНМАРСАТ-4 / А. Н. Маринич, А. В. Припотнюк, Ю. М. Устинов // Спутники технологии и бизнес. — 2014. — Май. — С. 42–44.

10. *Маринич А. Н.* Обзор мобильных спутниковых телефонов для персональной связи на море // А. Н. Маринич, А. В. Припотнюк, Ю. М. Устинов // CONNECT. Мир информационных технологий. — 2014. — № 12. — С. 76–79.

11. *Устинов Ю. М.* Анализ современного состояния судовых средств связи и спасания / Ю. М. Устинов, А. В. Припотнюк, А. И. Кулинич // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2016. — № 2 (36). — С. 166–174.

12. *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.-практ. конф. 31 марта 2015 г. — СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова, 2015. — Т. 2. — С. 127–131.

DEVELOPMENT SATELLITE COMMUNICATION ON SHIPS IN THE NORTHERN LATITUDES

Marine satellite communications and GMDSS on vessels placed additional equipment does not provide a link in the Northern latitudes. The article analyzes the capabilities of the satellite system INMARSAT, examines the current state of the system. Presents examples of the terminals shown terminal INMARSAT mini-C, broadband-capable terminal to operate with the satellites, the fourth generation on the INTERNET. Is the conclusion about impossibility of operation of the system in high latitudes, are the main directions of modernization of communication systems at high latitudes. Three possibilities of creation of satellite communication on ships to eliminate this drawback. The possibilities of MERIDIAN systems for marine communication marine navigation areas A3/A4 GMDSS. Another way is sharing INMARSAT and upgraded high-elliptical satellite system for marine communication marine navigation areas A3/A4 GMDSS. The joint use of existing satellite communication systems INMARSAT and IRIDIUM communication also solves the problem of communication for vessels in high latitudes. The conclusion about expediency of use of additional equipment for offshore sailing areas A1, A2 GMDSS in the form of a mobile terminal satellite systems.

Keywords: satellite communication systems, Inmarsat, sea area, ships terminal.

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 upravljenja sudohodstvom: monografija*. Petropavlovsk-Kamchatskij: Kamchat. GTU, 2007.
2. Vygonskij, Ju., A. Kuzovnikov, and V. Golovkov. "Analiz vozmozhnosti sozdaniya sistemy sputnikovoj svjazi dlja obsluzhivaniya Arkticheskogo rajona." *Sputnikovye tehnologii i biznes* 5 (2014): 24–31.
3. Ilin, A. A., A. N. Marinich, A. V. Pripotnjuk, and Ju. M. Ustinov. *Cifrovye terminaly sputnikovyh sistem svjazi. Spravochnoe izdanie*. SPb.: Dean, 2005.
4. Obshhij katalog produkcii dlja progulochnyh sudov 2009 g. Web. 13.01.2016 <<http://www.furuno.ru/>>.
5. Morsviazsputnik. Web. 13.01.2016 <<http://www.marsat.ru/>>.
6. Reznikov, V. Ju., Ju. M. Ustinov, A. A. Durov, et al. *Sudovaja radiosvjaz. Spravochnik po organizacii i radiooborudovaniju GMSSB*. SPb.: Sudostroenie, 2002.
7. Kulinich, A. I., A. N. Marinich, A. V. Pripotnjuk, and Ju. M. Ustinov. "Osnovnye napravlenija modernizacii morskoy VCh radiosvjazi." *Nauchno-tehnicheskij sbornik Rossijskogo morskogo registra sudohodstva* 35 (2012): 136–141.
8. Kulinich, A. I., A. N. Marinich, A. V. Pripotnjuk, and Ju. M. Ustinov. "Monitoring sudov na severnyh shirotah s pomoshhju terminalov INMARSAT-S i INMARSAT-D+ putjom ispolzovanija modifitsirovannoj kvazistacionarnoj orbity sistemy svjazi INMARSAT." *Sputnikovye tehnologii i biznes* December (2013): 8–12.
9. Marinich, A. N., A. V. Pripotnjuk, and Ju. M. Ustinov. "Peredacha i priem dannyh shirokopolosnymi terminalami Fleet77, FB250, FB500 v aktivirovannyh zonal'nyh luchah INMARSAT-4." *Sputniki tehnologii i biznes* May (2014): 42–44.
10. Marinich, A. N., A. V. Pripotnjuk, and Ju. M. Ustinov. "Obzor mobilnyh sputnikovyh telefonov dlja personalnoj svjazi na more." *CONNECT. Mir informacionnyh tehnologij* 12 (2014): 76–79.
11. Ustinov, Yury Matveevich, Andrey Vladimirovich Pripotnyuk, and Andrey Ivanovich Kulinich. "Analysis of the current state of ship communications and rescue equipment." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova* 2(36) (2016): 166–174.
12. Kulinich, A. I., A. N. Marinich, and Ju. M. Ustinov. "The simplest marine terminal IsatData Pro i 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. Vol. 2. 127–131.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Кулинич Андрей Иванович — аспирант.
Научный руководитель:
Устинов Юрий Матвеевич.
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
Устинов Юрий Матвеевич —
доктор технических наук, профессор.
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени
адмирала С. О. Макарова»
kaf_tsn@gumrf.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kulinich Andrey Ivanovich — postgraduate.
Supervisor:
Ustinov Yury Matveevich.
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
Ustinov Yury Matveevich —
Dr. of Technical Sciences, professor.
Admiral Makarov State University
of Maritime and Inland Shipping
kaf_tsn@gumrf.ru

Статья поступила в редакцию 25 августа 2016 г.

DOI: 10.21821/2309-5180-2016-8-5-172-184
УДК: 621.316:629.12.06.001.4

**В. А. Малышев,
В. С. Иванов,
В. С. Соловей**

**РАСЧЕТ И ВЫБОР ТОРМОЗНЫХ РЕЗИСТОРОВ ГРЕБНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ
УСТАНОВКИ ТАНКЕРА ЛЕДОВОГО КЛАССА**

В статье рассмотрена единая электроэнергетическая система танкера ледового класса, в состав которой входит гребная электрическая установка переменного-переменного тока с преобразователями частоты с промежуточным звеном постоянного тока и гребными синхронными электродвигателями. Танкер снабжен двумя винторулевыми колонками типа Aziprod. Представлены схемы главного тока и системы автоматического управления гребной электрической установки в режимах стабилизации частоты вращения и мощности гребного электродвигателя. Рассмотрена топология модульного преобразователя частоты среднего напряжения ACS 6000 концерна AAB, использующего мощные полупроводниковые ключи (IGCT — запираемый тиристор с интегрированным блоком управления). Их использование позволяет получить менее сложный, более эффективный и надежный привод среднего напряжения с уменьшением расходов на эксплуатацию и обслуживание. Рассмотрен алгоритм прямого управления моментом синхронного гребного электродвигателя, основными достоинствами которого, по сравнению с векторным управлением, являются более простая программная реализация и обеспечение большего быстродействия. Рассмотрены способы торможения танкера: без реверса гребного электродвигателя посредством разворота винторулевой колонки и с реверсом гребного электродвигателя. Первый способ является более целесообразным с точки зрения требуемой мощности тормозных резисторов. Для перераспределения тормозной энергии перспективным направлением является исполнение единой электроэнергетической системы танкера ледового класса на базе сети постоянного тока. В статье произведен расчет и выбор тормозных резисторов преобразователя частоты гребной электрической установки танкера ледового класса при торможении судна посредством разворота винторулевой колонки.

Ключевые слова: гребная электрическая установка, преобразователь частоты со звеном постоянного тока, синхронный гребной электродвигатель, система автоматического управления, тормозные режимы, тормозные резисторы.