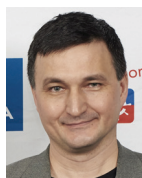


Новая морская цифровая связь для e-Навигации



Ю. И. Базаров,
к. т. н., старший научный
сотрудник, советник
генерального директора
АО «Кронштадт
Технологии»



М. И. Исмагилов,
к. т. н., доцент, директор
департамента карто-
графии и гидрографии
АО «Кронштадт
Технологии»



А. Н. Рогов,
к. т. н., доцент,
нач. отдела АИС
АО «Кронштадт
Технологии»

Одна из составляющих e-Навигации — автоматическая система обмена данными (АСОД) должна обеспечивать безопасность и эффективность навигации и отличаться улучшенными техническими характеристиками: глобальным покрытием, высокой надежностью, пропускной способностью, оперативностью доведения информации, возможностью широковещательных и адресных передач.

Предпосылки создания новой системы

Полоса очень высоких частот (ОВЧ/VHF — Very High Frequency) морской подвижной службы первоначально использовалась для речевой связи в каналах шириной 25 кГц. Понимая эффективность и необходимость цифровой связи, Международный союз электросвязи (МСЭ) представил первую морскую цифровую избирательную систему передачи данных для вызова судов и передачи сигналов бедствия (ЦИВ), которая передает данные с небольшой скоростью (1,2 кбит/с), но с высокой надежностью.

По просьбе Международной морской организации (ММО) для повышения безопасности судоходства МСЭ представил еще одну систему передачи цифровых данных в полосе ОВЧ — автоматическую идентификационную систему (АИС). Она передает навигационные и идентификационные данные для судов, береговых станций, вспомогательных навигационных средств и поисково-спасательных устройств со скоростью 9,6 кбит/с. При этом используется автоматическое соединение абонентов по методу многостанционного доступа с временным разделением каналов (Time Division Multiple Access, TDMA), когда каждому судну с аппаратурой АИС автоматически выделяется краткий интервал времени (слот) для выхода в эфир.

Однако в ряде регионов с увеличением спроса на передачу данных по каналам АИС они оказались перегруженными. Например, катастрофическая ситуация складывается в Малаккском проливе. В районе порта Сингапур скапливается до 1500 судов, при этом около половины судов находятся в движении. Системе управления движением судов (СУДС) приходится назначать слоты

конкретным судам для передачи рапортов о месте судна, так как без функционирующей аппаратуры АИС вход в порт запрещен [1]. В объем передаваемой информации в каналах АИС входят и специальные сообщения (Application Specific Messages, ASM), включающие данные о метеорологии, гидрологии и пр. [2].

Цели и план внедрения системы

В 2006–2008 гг. ряд стран — членов Международной ассоциации маячных служб (МАМС), предвидя увеличение загрузки каналов АИС, стал искать пути решения проблемы. Первым шагом было введение спутниковых каналов 75 (156,775 МГц) и 76 (156,825 МГц) — каналов дальней связи АИС для передачи оборудованием АИС классов А и В короткого сообщения 27, т. е. рапортов судов [3, 4]. Затем рассматривали возможности увеличения числа спутниковых каналов и вырабатывали основные требования к радиолинии: частотам, скорости передачи, модуляции [5], автоматической системы обмена данными ОВЧ-диапазона (АСОД/VDES — VHF Data Exchange System).

В 2014 г. МСЭ опубликовал отчет, в котором изложены результаты морских испытаний всех предлагаемых каналов АСОД для обмена информацией судно – берег, берег – судно и передачи специальных сообщений. В 2015 г. Всемирная конференция по радиосвязи (ВКР-15) утвердила Рекомендацию МСЭ-R М. 2092-0 «Технические характеристики для системы обмена данными в ОВЧ-диапазоне в полосе ОВЧ морской подвижной службы» [6]. В ней определены технические характеристики всех радиолиний АСОД, которые будут иметь каналы шириной 25, 50 и 100 кГц со скоростью передачи данных до 307,2 кбит/с. Обмен цифровой

Таблица 1. Режимы работы АСОД, номера каналов, частоты, направления передачи информации

Режимы работы АСОД	Принятые международные обозначения	Номер канала (Регламент радиосвязи, прил. 18)	Центральная частота, МГц	Направление передачи информации
Обмен сообщениями автоматической идентификационной системы (AIS)	AIS 1	2087	161,975	Судно — судно Судно — берег
	AIS 2	2088	162,025	Судно — спутник Берег — судно
	AIS LR 1	75	156,775	Судно — спутник (дальняя связь)
	AIS LR 2	76	156,825	То же
Обмен специальными сообщениями (ASM)	ASM1	2027	161,950	Судно — берег Берег — судно Судно — спутник
	ASM2	2028	162,000	Судно — берег Берег — судно Судно — спутник
Обмен данными в ОВЧ-диапазоне (VDE)	Каналы наземной связи (VDE-TER)			
	VDE-TER 1A	1024	157,200	Судно — берег
		1084	157,225	
		1025	157,250	
		1085	157,275	
	VDE-TER 1B	2024	161,800	Судно — судно Берег — судно
		2084	161,825	
		2025	161,850	
		2085	161,875	
	Каналы спутниковой связи (VDE-SAT)			
VDE-SAT UL	1024	157,200	Судно — спутник	
	1084	157,225		
	1025	157,250		
	1085	157,275		
	1026	157,300		
	1086	157,325		
VDE-SAT DL	2024	161,800	Спутник — судно	
	2084	161,825		
	2025	161,850		
	2085	161,875		
	2026	161,900		
	2086	161,925		

информацией будет осуществляться на каналах наземной (VHF Data Exchange Terrestrial, VDE-TER) и спутниковой (VHF Data Exchange Satellite, VDE-SAT) связи. В табл. 1 приведены три режима работы АСОД, номера каналов с принятыми международными обозначениями, частоты в диапазоне ОВЧ.

Нерешенной проблемой остается выделение спутниковых каналов для цифрового обмена данными, что будет сделано на Всемирной конференции по радиосвязи в 2019 г. (ВКР-19).

Согласно плану ММО внедрение АСОД реализуется поэтапно:

- 2016 г.: АИС функционирует, как определено МСЭ-R М.1371-5 [4], на частотах AIS 1 и AIS 2, береговые станции используют частоты ASM1, ASM2 и VDE-TER 1A и VDE-TER 1B для голосовой связи;

- 2017–2018 гг.: в региональном масштабе при необходимости разгрузки каналов АИС со значительным объемом передачи специальных сообщений рекомендуется внедрение четырехканальных устройств AIS+ASM, которые могут принимать и передавать специальные сообщения на частотах ASM1 и ASM2; после 1 января 2019 г. они должны пре-

кратить передачу с использованием гауссовой частотной модуляции с минимальным сдвигом (Gaussian Minimum Shift Keying, GMSK), если обновление программного обеспечения не позволит им участвовать в схеме модуляции и доступа, согласованной для частот ASM1 и ASM2; следует учесть, что в течение этого периода во многих областях с береговых станций будет использоваться голосовая связь на частотах ASM1 и ASM2;

- 2019 г.: ВКР-19 рассмотрит и примет решение относительно каналов спутниковой цифровой связи VDE-SAT;

- 2019–2020 гг.: после ВКР-19 окончательно будут определены возможности применения VDE-SAT; необходимо иметь в виду, что частоты ASM и VDE во многих областях могут оставаться необходимыми и для передачи голоса в полосе ОВЧ;

- 2021 г. и далее: после завершения разработки спутниковой службы могут быть раскрыты полные эксплуатационные возможности АСОД.

Основное преимущество АСОД — высокая скорость передачи данных. Кроме того, сетевой протокол АСОД оптимизирован таким образом, что каждое сообщение передается с высокой степенью надежности его приема. Система АСОД обеспечивает широко-вещательный обмен информацией с судами, передачу адресного сообщения конкретному судну или группе судов в пределах географического района или флотилии.

Концепция и основные функциональные возможности АСОД

Система АСОД должна обеспечить повышение безопасности жизни на море, безопасность и эффективность навигации, способствовать защите от нападений за счет эффективного использования морской радиосвязи. Эксплуатационные требования к АСОД определяют ее следующие возможности:

- прием и обработка цифровых сообщений и вызовов опроса;
- передача по запросу дополнительной информации безопасности;
- непрерывное функционирование, чтобы обеспечить связь с судами в море, в месте швартовки и на якорной стоянке;
- использование для наземных линий схем доступа и методов передачи

Таблица 2. Требования к передатчику AIS

Параметр	Значение	
Мощность, Вт:		
низкий уровень	1,0	
высокий уровень	12,5	
Отклонение мощности от номинального значения, дБ:		
нормальные условия	Не более 1,5	
экстремальные условия	Не более 3,0	
Нестабильность частоты, Гц:		
нормальные условия	±500	
экстремальные условия	±1000	
Время нарастания мощности, мкс	833	
Время спада мощности, мкс	833	
Модуляция	GMSK	
Скорость передачи, бит/с	9600	
Индекс модуляции	0,5	
Коэффициент сглаживания	0,4	
Девиация частоты, Гц:		
для тестовой последовательности 0101...	1740±175	
для тестовой последовательности 00001111...	2400±240	
Уровень внеполосных излучений, дБн, при отстройке:		
	$\Delta f_c < \pm 10$ кГц	0
	± 10 кГц $< \Delta f_c < \pm 25$ кГц	$5-3 \Delta f_c $
	± 25 кГц $< \Delta f_c < \pm 62,5$ кГц	-70
Уровень побочных излучений, дБмВт, в полосе:		
	9 кГц–1 ГГц	Не более -36
	1–4 ГГц	Не более -30

Таблица 3. Минимальные требования к приемникам AIS

Параметры приемника	PER, %	Требования
Чувствительность, дБмВт:		
нормальные условия	20	-107
при отстройке ±500 Гц	20	-104
экстремальные условия	20	-101
Характеристика отклонения при высоких уровнях входного сигнала, дБмВт	1	-7 -77
Внутриканальная избирательность, дБ	20	-10
при отстройке помехи на ±1 кГц		-10
Избирательность по соседнему каналу, дБ	20	70
Подавление побочных каналов приема, дБ	20	70
Подавление интермодуляции и блокировка, дБ	20	74
Побочные излучения, дБмВт, в полосе:		
	9 кГц–1 ГГц	-57
	1–4 ГГц	-47
Блокировка, дБ	20	86

данных на основе многостанционного доступа с временным разделением;

- функционирование в различных режимах, включая автономный, назначенный и опрашиваемый;
- выбор пользователями приоритетов, т. е. настройка параметров передачи;

• поддержка растущих потребностей информационного обмена между судами и береговыми службами.

Согласно Концепции е-Навигации АСОД предполагает широкую информационную поддержку судов пакетами морских услуг (Maritime Service Portfolios, MSP) от различных береговых служб [7].

Основными услугами являются:

- оказание высокоточного обеспечения определения места, времени и безопасной навигации судна в зоне ответственности СУДС;
- организация трафика, обмен маршрутной информацией и выдача рекомендаций по маршруту следования;
- обеспечение морской безопасности;
- обеспечение данными по лоцманской проводке и буксировке;
- передача судовых докладов, автоматически формируемых на судне;
- оказание удаленной медицинской помощи;
- обеспечение уточненными навигационными картами, данными о ледовой обстановке;
- обеспечение в реальном масштабе времени гидрографической и метеорологической информацией, состоянием окружающей среды;
- формирование и обмен специальными сообщениями ASM;
- обеспечение проведения поисково-спасательной операции;
- обеспечение информацией, направленной на повышение кибербезопасности обмена.

Технические характеристики АСОД

Аппаратура АСОД выполняет функции АИС, поддерживает сервис специальных сообщений, проводит обмен данными по наземным и спутниковым каналам связи ОВЧ-диапазона. Совмещая функционирование в этих трех режимах, аппаратура предоставляет наивысший приоритет сообщениям о местоположении и безопасности, передаваемым по каналам AIS. Технические требования для того или другого режима различаются.

При осуществлении функции АИС обмен данными в симплексном режиме происходит на общепринятых частотах 2087 (161,975 МГц) и 2088 (162,025 МГц). В некоторых случаях могут назначаться другие частотные каналы морской подвижной службы: радиозфир на стандартных частотах бывает перегружен вследствие высокой концентрации судов в портовых акваториях.

Согласно стандарту МЭК 61993-2 (2012) для АИС класса А передатчик АСОД должен удовлетворять определенным требованиям (табл. 2).

Для обмена данными в аппаратуре АИС применяется гауссова манипуляция с минимальным частотным сдви-

Таблица 4. Требования к передатчику ASM

Параметры передатчика		Требования
Мощность, Вт:		
низкий уровень		1,0
высокий уровень		12,5
Отклонение мощности несущей, дБ		±1,5
Отклонение частоты несущей, Гц		± 500
Уровень внеполосных излучений, дБн, при отстройке:		
	$\Delta f_c < \pm 10$ кГц	0
	± 10 кГц $< \Delta f_c < \pm 25$ кГц	$5-3 \cdot \Delta f_c $
	± 25 кГц $< \Delta f_c < \pm 62,5$ кГц	-70
Уровень побочных излучений, дБмВт, в полосе:		
9 кГц–1 ГГц		Не более -36
1–4 ГГц		Не более -30

Таблица 5. Минимальные требования к приемникам ASM

Параметры приемника	PER, %	Требования
Чувствительность, дБмВт	20	-107
Характеристика отклонения при высоких уровнях входного сигнала, дБмВт:	1	-7
		-77
Избирательность по соседнему каналу, дБ	20	70
Подавление побочных каналов приема, дБ	20	70
Подавление нелинейных искажений, дБ	20	74
Побочные излучения, дБмВт, в полосе:		
9 кГц–1 ГГц		-57
1–4 ГГц		-47
Блокировка	20	86 дБ

гом (GMSK).

Параллельно работающие два приемника AIS должны удовлетворять определенным требованиям (табл. 3) при достижении заданной вероятности пропуска пакетов (PER).

Доступ к эфиру осуществляется по схемам многостанционного доступа с временным разделением. Для передачи одиночного пакета резервируется временной слот длительностью 26,667 мс, временные границы которого синхронизированы с всемирным координированным временем (Universal Time Coordinated, UTC).

Для обмена специальными сообщениями аппаратура АСОД использует частотные каналы передачи данных:

- ASM1 — канал 2027 (161,950 МГц);
- ASM2 — канал 2028 (162,000 МГц).

Минимальные требуемые характеристики передатчика и приемников АСОД в режиме ASM приведены в табл. 4, 5.

Видно, что основные технические требования к аппаратуре АСОД при функционировании в режиме AIS и ASM

практически совпадают. Принципиальные различия видны при сравнении типов модуляции. В режиме AIS применяется модуляция GMSK, а для обмена данными в режиме ASM используется квадратурная фазовая модуляция $\pi/4$ ($\pi/4$ -QPSK). Амплитудно-фазовая диаграмма сигналов при таком типе модуляции показана на рис. 1.

Скорость передачи данных составляет 19,2 кбит/с, относительная нестабильность не должна превышать 10–5, причем коэффициент спада при передаче данных выдерживается не более 0,35. Символьная скорость остается такой же, как и на каналах AIS, — 9,6 кбод/с.

Специальные сообщения передаются пакетами по 512 битов. В структуру пакета входят: 16 битов — нарастание сигнала, 27 битов — настроечная последовательность, 7 битов — сигнальная информация, 10 битов — длина данных, 380 битов — данные, 32 бита — циклический избыточный код для нахождения контрольной суммы (CRC), 40 битов — буфер. При кодировании сообщений может использоваться различная ко-

довая скорость (CR — Code Rate) — 1/2, 3/4, 5/6, которая определяется 7-битной сигнальной информацией, закодированной кодом Хемминга.

Аппаратура АСОД обеспечивает упреждающую коррекцию ошибок в соответствии со стандартом ETSI EN 302 583.

Как и для аппаратуры АИС, доступ к эфиру для передачи специальных сообщений в наземном секторе АСОД осуществляется методами многостанционного доступа с временным разделением каналов: ITDMA, RATDMA и FATDMA; для передачи с судна на спутник — методом CSTDMA. Для передачи одного пакета битов выделяется временной слот длительностью 26,667 мс, границы которого имеют строгую привязку к UTC.

При обмене данными по каналам VDE аппаратура АСОД использует частотные каналы:

- судно – берег — каналы 1024, 1084, 1025, 1085;
- судно – судно и берег — судно — каналы 2024, 2084, 2025, 2085;
- судно – спутник — каналы 1024, 1084, 1025, 1085, 1026, 1086;
- спутник – судно — каналы 2024, 2084, 2025, 2085, 2026, 2086.

Параметры передатчика на каналах VDE сведены в табл. 6.

В табл. 7 для наземных каналов связи АСОД представлены схемы модуляции и кодирования (Modulation and Coding Scheme, MCS), а также пропускная способность при передаче неупорядоченных данных для различных полос частотного канала VDE. Данные приведены для трех схем модуляции и кодирования; в резерве оставлены 13 схем.

Кодирование информации осуществ-

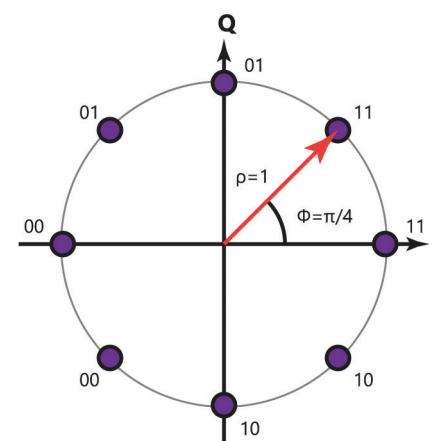


Рис. 1. Амплитудно-фазовая диаграмма сигналов в режиме ASM

Таблица 6. Параметры передатчика VDE

Параметры передатчика	Требования	Условия
Относительная погрешность частоты	$3 \cdot 10^{-6}$	Нормальные
Средняя мощность передатчика, Вт	Не менее 1 и не более 25	Судовая аппаратура АСОД
	Не менее 12,5 и не более 50	Береговая аппаратура АСОД
Отклонение мощности, дБ	$\pm 1,5$ — норма, $+2/-6$ — предел	
Максимальные уровни мощности, дБн, в соседнем канале для канала 25 кГц	0 -25 -60	$\Delta f_c < \pm 12,5$ кГц $\pm 12,5$ кГц $< \Delta f_c < \pm 25$ кГц ± 25 кГц $< \Delta f_c < \pm 75$ кГц
Максимальные уровни мощности, дБн, в соседнем канале для канала 50 кГц	0 -25 -60	$\Delta f_c < \pm 25$ кГц ± 25 кГц $< \Delta f_c < \pm 50$ кГц ± 50 кГц $< \Delta f_c < \pm 100$ кГц
Максимальные уровни мощности, дБн, в соседнем канале для канала 100 кГц	0 -25 -60	$\Delta f_c < \pm 50$ кГц ± 50 кГц $< \Delta f_c < \pm 100$ кГц ± 100 кГц $< \Delta f_c < \pm 150$ кГц
Точность синхронизации пакета относительно начала пакета, мкс	Менее 100	Судовая аппаратура АСОД
	Менее 50	Береговая аппаратура АСОД
Побочные излучения, дБм	-36 -30	9 кГц – 1 ГГц 1–4 ГГц

Таблица 7. Типы модуляции, используемые в передатчике VDE

Схема модуляции и кодирования	Общая битовая пропускная способность, кбит/с		
	Полоса 25 кГц	Полоса 50 кГц	Полоса 100 кГц
MCS-1 ($\pi/4$ QPSK, CR=1/2)	38,4	76,8	153,6
MCS-3 (8PSK, CR=3/4)	57,6	115,2	230,4
MCS-5 (16QAM, CR=3/4)	76,8	153,6	307,2

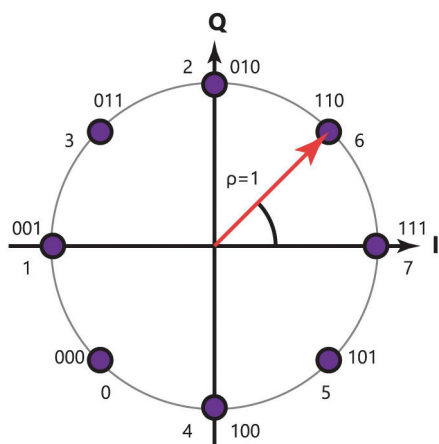


Рис. 2. Амплитудно-фазовая диаграмма сигналов для восьмипозиционной фазовой модуляции 8PSK, схема MCS-3

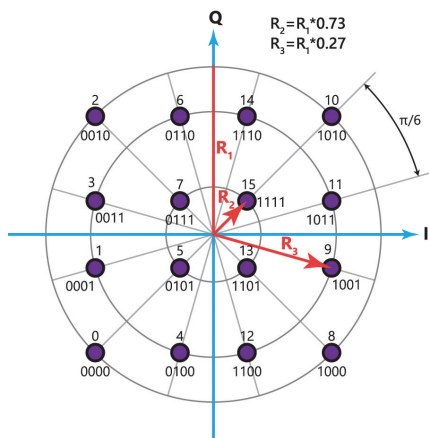


Рис. 3. Амплитудно-фазовая диаграмма сигналов для квадратурной амплитудной модуляции 16QAM, схема MCS-5

ляется согласно стандарту ETSI EN302583. Схема кодирования предусматривает возможность адаптации кодовой скорости вследствие перфорирования по заданным в Рекомендациях МСЭR M.20920 шаблонам.

Для проверки целостности данных к информационному блоку должен добавляться 32-битовый циклический избыточный код согласно Рекомендации МСЭТ V.42.

Амплитудно-фазовые диаграммы сигналов для схем MCS-3 и MCS-5 представлены на рис. 2, 3.

Для предложенных в Рекомендации МСЭ-R M.2092-0 типов модуляций и кодирования в табл. 8 приведены оценки минимальной чувствительности и отношения несущая – помеха (CIR).

Данные по каналам VDE передаются пакетами, длительность и структура которых такие же, как и для каналов AIS и ASM, и синхронизированы по времени с UTC. Отличие состоит в количестве передаваемых символов. Структура пакетов для каналов различной ширины, соответствующих по длительности одному временному слоту, показана на рис. 4.

Как видно из представленного материала, формирование и обработка

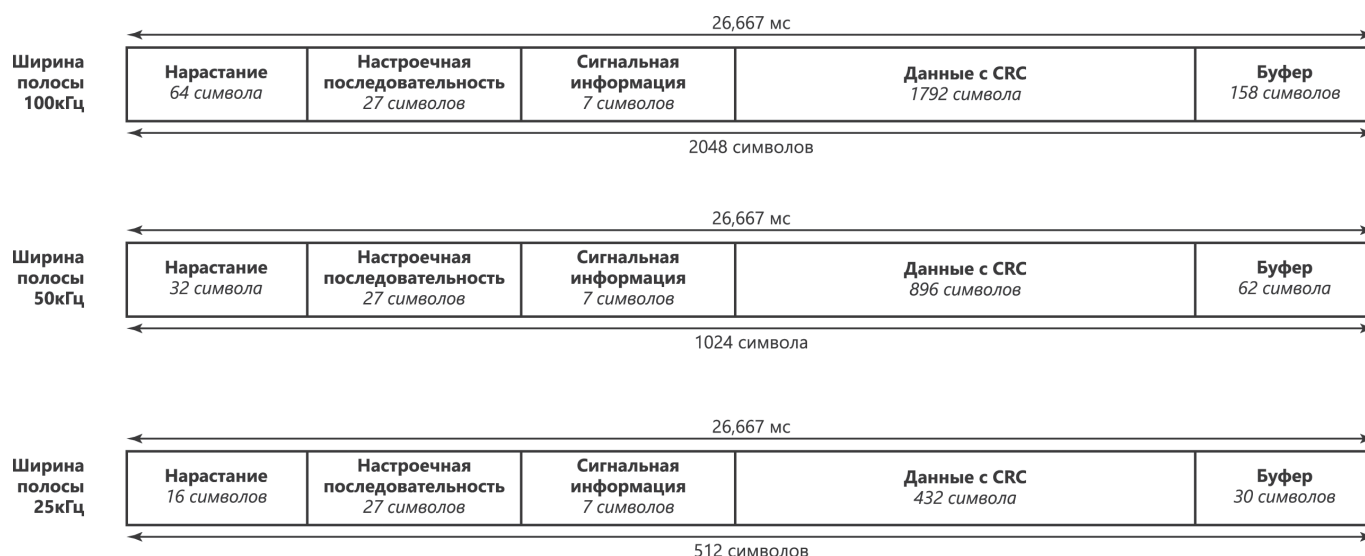


Рис. 4 Структура пакетов данных в каналах VDE

радиосигналов во всех режимах работы аппаратуры АСОД могут быть успешно реализованы цифровыми методами обработки сигналов.

Сравнение АСОД с цифровыми системами связи

Сопоставив круг решаемых задач и возможности существующей аппаратуры, ММО приняла решение о необходимости модернизации Глобальной морской системы связи при бед-

ствии (ГМССБ), требования к которой должны быть разработаны к концу 2018 г. [7]. В то же время международное морское сообщество рассматривает возможные пути объединения разнородных существующих и перспективных систем радиосвязи, чтобы обеспечивать суда и их владельцев обменом широкой информацией. Необходимо повысить качество навигационного обеспечения и безопасность плавания, что составляет цель е-На-

вигации. На основе объединенной координации международных проектов EfficienSea2, STM и SMART-Navigation предполагается максимально реализовать пакеты морских сервисов (MSP-1 — MSP-16). Особое внимание обращается на реализацию инноваций в информационных технологиях, соблюдение международных стандартов, руководств, единство разработки программного обеспечения и его проверки, применение символов и обозначе-

Таблица 8. Чувствительность приемника VDE

Схема модуляции и кодирования	Полоса канала					
	25 кГц		50 кГц		100 кГц	
	Чувствительность, дБмВт	CIR, дБ	Чувствительность, дБмВт	CIR, дБ	Чувствительность, дБмВт	CIR, дБ
MCS-1	-110	8	-107	8	-104	8
MCS-3	-104	14	-101	14	-98	14
MCS-5	-102	16	-99	16	-96	16

Таблица 9. Характеристики цифровых коммуникационных систем

Технология	Скорость передачи данных	Покрывтие	Тип передачи
NAVDAT	12–18 бит/с	250–300 морских миль	Широковещательная
АСОД VDE	307 кбит/с	15–65 морских миль. Спутник — глобально	Адресная / широковещательная
АСОД ASM	19,2 кбит/с	15–65 морских миль. Спутник — глобально	То же
АИС	9,6 кбит/с	15–65 морских миль. Мониторинг спутником — глобально	«
HF цифровая	19,2 кбит/с	Глобально	Адресная
Геосинхронный спутник Inmarsat-C	600 бит/с	Диапазон широт 72S-72N	Адресная/ широковещательная
Низкоорбитальный спутник Iridium	до 134 кбит/с	Задержка доставки в зависимости от числа спутников	То же



Рис. 5. Границы тестовой акватории е-Навигации «Эрмитаж»

ний, исключая их недостоверную интерпретацию. Сравнительные характеристики существующих и перспективных цифровых коммуникационных систем приведены в табл. 9.

Зарубежные работы по созданию АСОД

Исследуемая и продвигаемая международными организациями и зарубежными производителями, базирующаяся на каналах наземной и спутниковой связи ОВЧ-диапазона морской подвижной службы, АСОД рассматривается как один из компонентов е-Навигации. Она будет отличаться улучшенными техническими характеристиками: глобальным покрытием, высокой надежностью, производительностью, пропускной способностью, оперативностью доведения информации, возможностью широкоэшелонных и адресных передач. Рассматривается применение криптозащиты в борьбе с кибератаками.

На проходившей в мае–июне 2018 г. в Республике Корея конференции Международной ассоциации маячных служб уделялось внимание развитию технологий АСОД: была проведена отдельная сессия, включившая доклады и дискуссию. Резюмируя выступления, необходимо отметить следующее:

- тематика АСОД в том или ином объеме отрабатывалась на ряде тестовых акваторий е-Навигации: «AMSA VDES» (Австралия, 2015), EFFICIENSEA 2 (Балтика и Арктический регион, 2015–2018), SESAME Straits project (Сингапур, 2014–2017) и др.;
- разработаны прототипы (макеты), которые тестировались в лабораторных условиях и в море;

- разрабатываются не только наземные технологии обмена данными по каналам VDE-TER, но и спутниковые технологии VDE-SAT; в частности, в рамках небольшой норвежской программы NorSat-2 в июле 2017 г. запущен спутник для тестирования линии связи по каналам VDE-SAT;

- в Англии проводили специализированное тестирование каналов VDE, определяли условия распространения радиоволн от судна к берегу и обратно, были рассмотрены пять сценариев эксплуатации по четырем из семи вариантов использования АСОД, приведенных в Руководстве МАМС [8];

- в заливе Далянь (Китай) также выполняли измерение и анализ характеристик распространения сигнала по каналам VDE, в основном изучали модели каналов затухания сигнала; кроме того, китайские коллеги уделяли внимание улучшенному адаптивному алгоритму многоуровневой квадратурной амплитудной модуляции (ASD-MQAM).

Перспективы разработки АСОД в России

Одним из первых проектов в России по применению технологии АСОД стала опытно-конструкторская работа (ОКР) «е-Море», выполняемая Группой «Кронштадт» по заказу Минтранса России в рамках ФЦП «ГЛОНАСС». Ключевое направление указанного проекта (сроки выполнения — 2016–2020 гг.) — создание тестовой акватории для всесторонней проверки и отработки разрабатываемых навигационных, связанных, информационных систем и комплексов судовой и береговой иерархической инфраструктуры согласно глобальной концепции е-Навигации.

Сегодня впервые в России создана и развивается уникальная тестовая акватория е-Навигации «Эрмитаж» в Северо-Западном регионе, включающая морскую часть — восточную часть Финского залива, и речную часть — реки Нева, Свирь и южная часть Ладожского озера (рис. 5). В тестовой акватории, которая оснащается опытными образцами систем управления движением судов, электронных картографических навигационных информационных систем, персональными лоцманскими комплектами и другим оборудованием, адаптированным для выполнения задач е-Навигации, разрабатываются и проходят испытания макеты судовой и береговой аппаратуры АСОД.

До конца 2018 г. испытания макетов должны завершиться. В рамках ОКР «е-Море» запланирована выработка предложений по внедрению АСОД на водных путях России. **Т**

Литература

1. Гайдук Е. Л. Автоматическая система обмена данными: новые технологии для е-Навигации // Морск. вестн. 2017. № 2 (62).
2. IMO SN.1/Circ.289. 2 June 2010.
3. МЭК/IEC61993-2 Ed. 2.0 (10/2012). Морское навигационное и радиокommunikационное оборудование и системы — АИС. Ч. 2: Класс А. Судовое оборудование АИС: Технические и эксплуатационные требования, методы и требуемые результаты испытаний.
4. МСЭ/ITU-R. ITU-R M.1371-5 (02/2014). Технические характеристики автоматической идентификационной системы, использующей многостанционный доступ с временным разделением каналов в полосе ОВЧ морской подвижной службы.
5. МСЭ/ITU. ITU-R M.1842-1 (10/2015). Characteristics of VHF radio systems and equipment for the exchange of data and electronic mail in the maritime mobile service RR Appendix 18 channels. 2009.
6. МСЭ/ITU. ITU-R M. 2092-0. Технические характеристики для системы обмена данными в ОВЧ-диапазоне в полосе ОВЧ морской подвижной службы.
7. Report to the maritime safety committee, NCSR 1/28. 16 July 2014. Annex 7. Draft e-navigation strategy implementation plan.
8. Guideline G1117. VHF Data Exchange System (VDES) overview. Ed. 2. IALA, 2017.