

женная математическая модель может быть использована в структуре системы поддержки принятия решения для предупредительной сигнализации судоводителю о необходимости предпринять МПМ.

Список литературы

1. *Ольшамовский С. Б.* Манёвр последнего момента / С. Б. Ольшамовский, А. И. Стеденикин, А. И. Кондратьев // Морской транспорт. — Серия: Безопасность мореплавания. — М.: Мортехинформреклама. — 2002. — Вып. 11 (402). — С. 1–31.
2. *Кондартъев А. И.* Оперативный выбор безопасных маневров последнего момента в судовых навигационно-информационных системах: дис. ... канд. техн. наук: 05.12.13, 05.22.19. — Новороссийск – СПб., 2002. — 113 с.
3. Момент последнего манёвра и чрезмерное сближение [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://baltsudoservice.com/collision/moment-poslednego-manevra-i-chrezmernoe-sblizhenie.html>.
4. МППСС-72. Международные правила предупреждения столкновения судов в море, 1972 г. (англ./русский текст). — СПб.: ЦНИИМФ, 2010. — 128 с.
5. *Яскевич А. П.* Комментарии к МППСС-72: справочник / А. П. Яскевич, Ю. Г. Зурабов. — М.: Транспорт, 1990. — 479 с.
6. *Лушников Е. М.* Безопасность мореплавания и ведения промысла / Е. М. Лушников, В. О. Рамм. — М.: Колос, 1994. — 384 с.
7. *Мальцев А. С.* Маневрирование судов при расхождении / А. С. Мальцев. — Одесса: Морской тренажёрный центр, 2002. — 208 с.
8. *Демин С. И.* Приближенное аналитическое определение элементов циркуляции судна / С. И. Демин // ЦБНТИ ММФ: экспресс-информация. — Серия: Судовождение и связь. — 1983. — Вып. 7 (162). — С. 14–18.
9. *Знамеровский В. П.* Теоретические основы управления судном / В. П. Знамеровский. — Л.: Изд-во ЛВИМУ, 1974. — 275 с.
10. *Дёмин С. И.* Управление судном: учебник для вузов / С. И. Дёмин, Е. И. Жуков, Н. А. Кубачёв и др. / под ред. В. И. Снопкова. — М.: Транспорт, 1991. — 359 с.

УДК 621.396.932

А. Н. Маринич,
канд. техн. наук, доц.;

А. В. Припотнюк,
зав. лаб.;

Ю. М. Устинов,
д-р техн. наук, проф.

ЦИФРОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПОТОКИ В СУДОВЫХ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ НАВИГАЦИИ И СИСТЕМАХ СВЯЗИ

DIGITAL INFORMATION STREAMS IN THE SHIP INTEGRATED SYSTEMS OF NAVIGATION AND COMMUNICATION SYSTEMS

На основании анализа интегрированных систем навигации и систем связи современного крупнотоннажного судна с неограниченным районом плавания рассматриваются виды цифровых информаци-

онных потоков. Показано, что информационные потоки на уровне терминалов систем связи и навигации осуществляются на относительно невысокой скорости в соответствующих стандартах. Приводятся примеры передачи текущих координат судна, пример передачи команд на перестройку аппаратуры связи и пример обмена информацией более высокого уровня с использованием компьютерной сети при связи в интегрированной системе навигации. Рассмотрен такой высокоскоростной поток информации, как обмен с использованием аппаратуры автоматической идентификационной системы. Показаны основные характеристики и виды данных при различных режимах работы аппаратуры. Отмечено, что еще большая скорость потоков информации наблюдается в системе спутниковой связи ИНМАРСАТ. Показаны особенности эксплуатации системы. При этом выделены проблемы использования ИНМАРСАТ в высоких широтах. Предлагается использование элементов стандарта европейской системы ASTERIX при высокоскоростном обмене в системах судовых сообщений в целях систем управления движением судов.

Based on the analysis of integrated navigation systems and communication systems modern heavy vessel with unlimited navigation area deals with the kinds of digital information flows. It is shown that the flow of information at the level of the terminal communication systems and navigation is carried out at a relatively low speed in the respective standards, are examples of the transmission of the current coordinates of the vessel and the sample transfer command to the restructuring of the communications equipment and example of exchange of information of a higher level with the use of computer networks for communication integrated navigation systems.

Considered such a high-speed flow of information exchange with the use of automatic identification system. The main characteristics and types of data at various operating modes of the equipment are shown. It is noted that else the high speed of flows of information is observed in satellite communication system INMARSAT. Features of operation of system are shown. Thus use problems INMARSAT in high latitudes are allocated. Use of elements of the standard of the European ASTERIX system at a high-speed exchange in systems of ship messages for the purposes of systems, vessel traffic management.

Ключевые слова: система связи и навигации судна, навигационный мостик, предложения интерфейса, магистральная шина, цифровая связь, дальняя связь, система судовых сообщений.

Key words: communication system and vessel navigation, navigation bridge, interface offers, trunk, digital communication, long-distance communication, ship reporting system.



ИФРОВЫЕ информационные потоки в судовых интегрированных системах навигации и системах связи обеспечивают автоматизацию функционирования систем и представление в требуемом виде выходной информации потребителям. Судовая интегрированная система навигации предназначена для определения навигационных параметров своего судна и окружающих целей, а система связи — для двусторонней связи между судном и абонентами. Состав интегрированной системы навигации зависит от валовой вместимости судна, а системы связи — от района плавания судна [1], [2]. На рис. 1 приведен состав интегрированной системы навигации для судов валовой вместимостью более 50000 рег. т, на рис. 2 — наиболее полный состав системы связи для судов международного плавания в морских районах А3 или А4 ГМССБ [3].

Для судов валовой вместимостью менее 50000 рег. т и с районами плавания А1 и А2 ГМССБ в состав входит меньшее число видов аппаратуры. На рис. 3 приведен внешний вид системы интегрированного навигационного мостика фирмы «FURUNO» [4], на рис. 4 — внешний вид системы связного мостика фирмы «SKANTI» для районов плавания А3 или А4.

Судовая интегрированная система навигации и связи обеспечивает выполнение ряда функций, связанных с обменом данными между устройствами в системе, близлежащими судами и удаленными береговыми центрами.

Рассмотрим каждую из этих функций обмена более подробно.

1. Информационный обмен предложениями интерфейса между устройствами и терминалами судовой интегрированной системы навигации и связи.

Обмен выходными параметрами между устройствами и терминалами судовых систем навигации и связи выполняется на основе Международного стандарта МЭК 61162-1, в котором приведены электрические схемы интерфейса и форматы предложений интерфейса для судового оборудования.



Рис. 3. Внешний вид системы интегрированного навигационного мостика «VOYAGER (FURUNO)»



Рис. 4. Внешний вид системы связного мостика (SKANTI)

Приборы, устройства и терминалы могут служить как источниками, так и приемниками выходных параметров. Передача и прием предложений интерфейса производятся по электрическим линиям последовательным асинхронным кодом ASCII со скоростью 4800 бит/с. Ширина занимаемого спектра 4800 Гц. Символы представляют собой 8-битовые комбинации. Рассматривается возможность бескабельной связи (*fire-wire*).

В качестве примера на рис. 5 приведено предложение интерфейса формата GNS на выходе приемника ГНСС интегрированной системы навигации. Предложения интерфейса передаются по выбору с интервалами 20, 25, 50, 100, 200, 500 мс, 1 – 9 с [7].



Рис. 5. Предложение интерфейса формата GNS в судовой интегрированной системе навигации

На рис. 6 приведено предложение интерфейса формата FS1 на выходе и входе судовых радиостанций ОВЧ- и ВЧ-диапазонов системы связи в различных режимах работы.

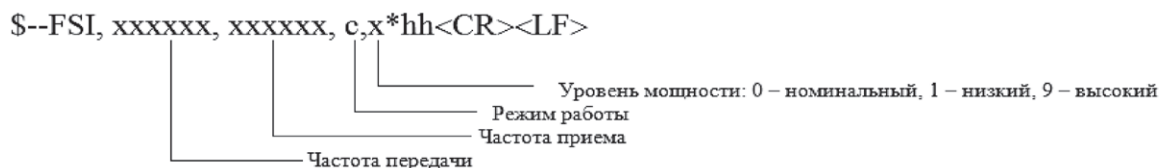


Рис. 6. Предложение интерфейса формата FS1 в судовой системе связи

На рис. 6 знакоместо, обозначенное буквой *c*, отводится для передачи режима работы, который передается в виде буквы или нуля:

- d* — F3E/G3E, симплекс, телефония;
- e* — F3E/G3E, дуплекс, телефония;
- m* — J3E, телефония;
- o* — H3E, телефония;
- q* — F1B/J2B FEC NBDP, телекс/телепринтер;
- s* — F1B/J2B ARQ NBDP, телекс/телепринтер;
- t* — F1B/J2B, только на прием, телепринтер/ЦИВ;
- W* — F1B/J2B, телепринтер/ЦИВ;
- X* — A1A код Морзе, режим записи (магнитофон);
- $\left\{ \begin{array}{l} \text{— A1A код Морзе, ключ/электронный ключ;} \\ \text{— F1C/F2C/F3C факсимильная связь;} \end{array} \right.$
- ноль — отсутствие информации.

Значение частоты при передаче и приеме (рис. 6) может передаваться в числовом виде, а также может передаваться информация о каналах связи и полосе частот. Для парных частот приема и передачи передаются нули.

Предложения интерфейса стандартизованы для всех видов и режимов работы судовой аппаратуры системы навигации и системы связи. С помощью предложений интерфейса в судовой интегрированной системе навигации передаются и принимаются выходные параметры отдельных устройств, а в системе связи обеспечивается настройка ОВЧ- и ВЧ-радиостанций и обмен информацией с абонентами с основного терминала оператора.

2. Информационный обмен показаниями индикаторов в судовой интегрированной системе навигации.

В судовой интегрированной системе навигации информационными индикаторами являются: индикатор РЛС с САРП, индикатор ЭКНИС, индикатор приемника ГНСС, индикатор эхолота, индикатор АИС-аппаратуры, многофункциональный индикатор.

В судовой интегрированной системе навигации устройства подключаются к магистральной шине CAN, обеспечивающей работу протокола, при котором навигационные данные устройств передаются по одному кабелю. Если сеть навигационных устройств расширяется, то дополнительные устройства подключаются к шине CAN. При работе с шиной CAN устройства работают, и каждому из них присваивается индивидуальный номер. На рис. 7 приведена сеть устройств, подключенных к шине CAN [4].

В сети CAN на любом информационном дисплее интегрированной системы навигации отображаются все интересующие оператора данные. На индикаторе ЭКНИС можно получить радиолокационное изображение РЛ- и АИС-целей, наложенное на электронную карту, или, наоборот, на индикаторе РЛС с САРП представить электронную карту с выхода индикатора ЭКНИС. На многофункциональном индикаторе можно получить в последовательно-параллельном режиме работы данные индикаторов ЭКНИС, РЛС, приемника ГНСС, эхолота, АИС-аппаратуры и др. Использование многофункционального индикатора позволяет сократить число индикаторов в интегрированной навигационной системе.



Рис. 7. Устройства судовой интегрированной системы навигации, подключенные к магистральной шине по протоколу CAN

3. Информационный обмен судовой системы связи с окружающими судами и базовыми станциями в диапазоне ОВЧ.

Обмен данными судовой АИС-аппаратуры с окружающими судами и с базовыми АИС-станциями производится по каналу ОВЧ-связи. С помощью АИС-аппаратуры цифровая связь осуществляется на международных частотах 161,975 и 162,025 МГц со скоростью 9600 бит/с. Метод модуляции сигналов — MSK (частотная модуляция с непрерывной фазой). Полоса занимаемых частот составляет 25 кГц или 12,5 кГц при разносе частот 4800 Гц или 2400 Гц. При приеме/передаче применяется код ASCII [5]. При работе АИС-аппаратуры в автономном и запросном режимах в сообщениях передаются судовые данные, указанные в табл. 1 [6].

Таблица 1

**Передаваемые судовые данные
по каналу АИС в различных режимах работы**

Автономный режим	Запросный режим
ММСИ-идентификатор Навигационный статус Координаты Скорость относительно грунта Путевой угол относительно грунта Истинный курс Время (UTC)	IMO-номер ММСИ-идентификатор Название Тип Размер: длина, ширина Навигационный статус Координаты Скорость относительно грунта Путевой угол относительно грунта Истинный курс Скорость и направление поворота Порт назначения Ориентировочное время прибытия Груз Осадка Время (UTC)

Обмен с судами с помощью АИС-аппаратуры класса А возможен и в режиме ЦИВ на 70-м канале (156,525 МГц), метод модуляции — G2B, скорость обмена — 1200 бит/с. Каждый символ кодируется 10 битами, полоса занимаемых частот — 10,2 кГц. Для связи с окружающими судами и базовыми станциями района А1 ГМССБ применяются ОВЧ-радиоустановки, входящие в состав судовой системы связи. ОВЧ-радиоустановки размещаются на всех судах независимо от района плавания. Для них выделена полоса частот 156...174 МГц. В этом диапазоне радиосвязь производится в режимах *телефония* (метод модуляции G3E) и *передача данных* с использованием ЦИВ на 70-м канале (метод модуляции G2B). Скорость цифрового обмена и полоса занимаемых частот для ОВЧ-радиоустановок та же, что и для АИС-аппаратуры при работе с использованием ЦИВ [6]. Увеличение скорости цифрового обмена возможно путем многочастотного излучения сигналов.

Дальность связи с помощью ОВЧ-радиоустановок зависит от высоты установки антенны над уровнем моря и режима работы. При выходной мощности передатчика 25 Вт и высоте установки антенны 9 м в режиме *телефония* дальность связи между судами составляет 10 ... 16 миль, между судном и базовой станцией на высоте 100 м — 27 миль. Дальность действия для ЦИВ возрастает примерно в 2 раза.

4. *Информационный обмен судовой системы связи с судами и береговыми центрами в СЧ/ВЧ-диапазонах и с помощью спутниковой системы ИНМАРСАТ.*

Цифровая связь в СЧ/ВЧ-диапазонах судовыми радиоустановками в режиме телеграфия ведется с использованием ЦИВ, УБПЧ (радиотелекс).

Для передачи сигналов бедствия и безопасности выделены следующие частоты:

– при ЦИВ: 2187,5; 4207,5; 6312,0; 8414,5; 12577,0; 16804,5 кГц;

– при УБПЧ (радиотелекс): 2174,5; 4177,5; 6268,0; 8376,5; 12520,0; 16695,0 кГц.

Для коммерческой радиосвязи при УБПЧ (радиотелекс) используются выделенные частоты в диапазоне (4202,5 ... 22443,5) кГц, при ЦИВ — выделенные частоты в диапазоне (455,5 ... 26122,0) кГц.

Работа в режиме *телеграфия* ЦИВ, УБПЧ (радиотелекс) ведется со скоростью 100 бит/с. Ширина занимаемого спектра — 300 Гц.

В СЧ-диапазоне дальность связи не превышает 500 км, в ВЧ-диапазоне дальность связи возможна на любых удалениях, однако при неправильном выборе рабочей частоты радиосвязь может быть неустойчивой или полностью отсутствовать. Выбор оптимальной рабочей частоты в ВЧ-диапазоне представляет наиболее сложную задачу при организации радиосвязи.

Учитывая нестабильность радиосвязи и малую скорость при телеграфии в ВЧ-диапазоне, в последнее время радиосвязь производится с помощью геостационарных спутников системы ИНМАРСАТ. Однако в морском районе А4 на широтах более 70 ° связь с помощью геостационарных спутников невозможна. Поэтому актуальной является задача модернизации судовых ВЧ-радиоустановок.

В настоящее время в России и за рубежом созданы перспективные образцы ВЧ-аппаратуры, обеспечивающие скорость передачи данных до 9600 бит/с в полосе 3 кГц. Решена задача перехода на цифровую обработку сигналов при однополосной телефонии и замена режима работы *телеграфия* на режим *передача данных* с использованием международного 8-битового кода ASCII [7], [10].

Для увеличения надежности передачи цифровых данных в перспективной аппаратуре используются адаптивные методы радиосвязи, многочастотные сигналы, корректирующие коды, новые виды модуляции, псевдослучайная перестройка рабочей частоты [9].

С учетом достигнутых результатов в последних резолюциях ИМО обсуждается необходимость модернизации судовой СЧ/ВЧ-аппаратуры.

5. *Информационный обмен судовой системы связи с береговыми центрами цифровыми данными в СЧ/ВЧ-диапазонах по Европейскому стандарту ASTERIX.*

В системе судовых сообщений (*Ship Reporting System*) определен перечень судовых данных при информационном обмене судна с береговыми центрами с определителями для разных видов передаваемой информации (табл. 2).

Таблица 2

**Обозначение и перечень судовых данных в системе судовых сообщений,
передаваемых с судна на берег**

№ п/п.	Условное обозначение определителя	Передаваемая информация
1	A	Идентификатор судна: ИМО-номер, MMSI-номер, позывной, название
2	B	Год, дата, время
3	C	Местоположение (в географических координатах)
4	D	Местоположение в полярных координатах относительно цели с известными координатами
5	E	Истинный курс
6	F	Скорость
7	G	Последний порт захода
8	H	Время входа в зону системы судовых сообщений
9	I	Порт назначения и предполагаемое время прибытия (ETA)
10	J	Наличие лоцмана на борту судна
11	K	Время выхода из зоны системы судовых сообщений
12	L	Предполагаемый путь следования
13	M	Береговые станции, с которыми устанавливается радиосвязь
14	N	Время передачи следующего сообщения
15	O	Осадка судна
16	P	Вид груза
17	Q	Краткое описание неисправности
18	R	Краткое описание типа загрязнения путем утерянных в море опасных грузов
19	S	Краткое описание погодных и морских условий
20	T	Другие данные агента или владельца судна
21	U	Размеры и тип судна
22	V	Медицинский персонал на борту судна
23	W	Число людей на борту судна
24	X	Краткое описание инцидента с данными других судов, вовлеченных в инцидент, оказания помощи и спасания
25	Y	Запрос на ретрансляцию переданного сообщения на другую систему судовых сообщений
26	Z	Окончание сообщения

Данные с судов передаются в береговые центры УДС, центры связи, главный морской спасательно-координационный центр, национальный центр мониторинга «Виктория», отраслевые центры мониторинга, информационные центры морских служб. Рассматривается необходимость создания интегрированного берегового центра, в котором методом зеркального отображения будет сосредоточена текущая информация от всех береговых центров [8].

Судовые данные для каждого определителя информации целесообразно передавать кодом ASCII по стандарту ASTERIX в блоках из нескольких байт (8-битовые пакеты). Стандарт ASTERIX разработан Европейским союзом и содержит 256 категорий, каждая из которых имеет различный набор сообщений. Для судов целесообразно использовать категорию 253.

Таким образом, цифровые информационные потоки в современных судовых интегрированных системах навигации и связи имеют различные уровни обмена, скорости и для унификации должны соответствовать международным стандартам. Для обмена информации между приборами должен использоваться стандарт МЭК 61162, однако в некоторых случаях для большого обмена визуальной, графической, радиолокационной, картографической и текстовой информации возможностей стандарта недостаточно. Применение сети Ethernet является решением проблемы. Поскольку специфика использования каналов радиосвязи накладывает свои ограничения, в этом случае возможно использование цифровых стандартных протоколов АИС, ИНМАРСАТ, ASTERIX. Однако увеличивающийся обмен данными требует поиска новых стандартов, протоколов и методов связи.

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. Правила классификации и постройки морских судов. Российский морской регистр судоходства. — Т. 1. — Ч. III. — СПб.: РМРС, 2015. — 534 с.
3. *Резников В. Ю.* Судовая радиосвязь: Справочник по организации и радиооборудованию ГМССБ / В. Ю. Резников, Ю. М. Устинов, А. А. Дуров [и др.] / под ред. Ю. М. Устинова. — СПб.: Судостроение, 2002. — 480 с.
4. Общий каталог продукции серии NavNet FURUNO, 2009. — 84 с.
5. *Маринич А. Н.* Автоматизированные системы мониторинга судоходства / А. Н. Маринич, Ю. М. Резников, Ю. М. Устинов, А. Р. Шигабутдинов / под общ. ред. Ю. М. Устинова. — СПб.: Судостроение, 2003. — 248 с.
6. *Маринич А. Н.* Судовая автоматическая идентификационная система / А. Н. Маринич, И. Г. Проценко, В. Ю. Резников, Ю. М. Устинов, А. Р. Шигабутдинов / под общей ред. д-ра техн. наук, проф. Ю. М. Устинова. — СПб.: Судостроение, 2004. — 180 с.
7. Цифровые интерфейсы. 4.1. Один передатчик сообщений и несколько приемников. Стандарт МЭК 61612-1. Женева / Международная электротехническая комиссия. IEC 61162-1 (Fourth edition – 2010). Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems – Digital interfaces – Part 1: Single talker and multiple listeners, 2010. — 241 с.
8. *Кулинич А. И.* Повышение технико-экономических характеристик центров мониторинга судоходства / А. И. Кулинич, А. Н. Маринич, А. В. Припотнюк, Ю. М. Устинов // Спутниковые технологии и бизнес: спец. прил. журнала «Connect. Мир информационных технологий». — 2014. — С. 40–42.
9. *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.
10. *Дуров А. А.* Целесообразность деления радиооборудования судов по назначению на три вида: средства навигации, средства связи и средства при бедствии и для обеспечения безопасности мореплавания / А. А. Дуров, В. С. Кан, А. Н. Маринич, Ю. М. Устинов // Эксплуатация морского транспорта 2009. — № 2. — С. 45–50.