

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

«Инновационное судостроение и технологии освоения шельфа»

Ю.П. Михайлюк, С.Е. Ломоносов, В.Р. Душко

ЦИФРОВАЯ НАВИГАЦИЯ

Учебно-методические пособие

для очной формы обучения

направления 26.04.02 – «Кораблестроение, океанотехника
и системотехника объектов морской инфраструктуры»

Севастополь
СевГУ
2019

УДК 629.05:656.61(075.8)
ББК 39.471.–5–05я73
М69

Р е ц е н з е н т:

И.Л. Афонин – заведующий кафедрой
«Радиоэлектроника и телекоммуникация» доктор техн. наук, профессор

Ответственный за выпуск:

Ю.П. Михайлюк – канд. техн. наук, доцент,
заведующий кафедрой «Электронная техника»

Михайлюк Ю.П.

М69 Цифровая навигация: учеб.-метод. пособие для очной формы обучения направления 26.04.02 – «Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры» / Ю.П. Михайлюк, С.Е. Ломоносов, В.Р. Душко. – Севастополь: СевГУ, 2019. – 106 с.

Настоящее учебно-методическое пособие предназначено для оказания помощи студентам в изучении теоретического и практического материала дисциплины, подготовке к практическим и контрольным занятиям, формировании общего набора знаний об электронных технологиях повышения уровня безопасности судовождения, качества и эффективности работы служб обеспечения безопасности мореплавания, охраны на море и защиты окружающей среды.

УДК 629.05:656.61(075.8)
ББК 39.471.–5–05я73

Учебно-методическое пособие рассмотрено и утверждено на заседании кафедры «Инновационное судостроение и технологии освоения шельфа», протокол № 11 от 29 июня 2018 г.

© ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет», 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ	6
ГЛАВА 1. е-НавигаЦИЯ И СФЕРА ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ	8
1.1. Структура системы е-Навигация	8
1.1.1. Концепция е-Навигации	8
1.1.2. Основные принципы создания системы	8
1.1.3. Описательная и функциональная структуры е-Навигации	9
1.2. Обеспечение совместимости охватываемых е-Навигацией систем	11
1.2.1. Виды обеспечения системы е-Навигация	11
1.2.2. Обеспечение совместимости охватываемых е-Навигацией систем	13
ГЛАВА 2. НАВИГАЦИОННЫЕ СРЕДСТВА е-НавигаЦИИ	18
2.1. Требования е-Навигации к определениям места. Современные судовые навигационные средства: флюксгейт компасы, волоконно–оптические гирокомпасы, спутниковые компасы	18
2.1.1. Требования е-Навигации к определениям места	18
2.1.2. Современные судовые навигационные средства	18
2.2. Навигационные РЛС, САРП, приемоиндикаторы береговых и спутниковых навигационных систем, инерциальные системы	22
2.2.1. Навигационные РЛС	22
2.2.2. Средства автоматической радиолокационной прокладки	26
2.2.3. Приемоиндикаторы береговых и спутниковых навигационных систем	28
2.2.4. Спутниковые радионавигационные системы (СРНС)	29
2.3. Инерциальные системы	32
2.4. Интегрированные навигационные системы, ECDIS, интегрированные системы ходового мостика. Совмещенные системы РЛС–ECDIS.	33
2.5. Береговые радионавигационные системы (РНС) «Loran-C» («eLoran») и РНС «Чайка». Средства навигационного ограждения. Радиотехнические средства ограждения AIS – AtoN	38
2.5.1. Береговые радионавигационные системы (РНС) «Loran-C» («eLoran») и РНС «Чайка»	38
2.5.2. Средства навигационного ограждения. Радиотехнические средства ограждения AIS – AtoN	44
ГЛАВА 3. ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА е-НАВИГАЦИИ	47
3.1. Аспекты связи в е-Навигации. Судовое радиооборудование, береговые радиостанции	47
3.1.1. Ключевые аспекты связи в е-Навигации	47
3.1.2. Судовое радиооборудование	47
3.2. Спутниковые системы связи	50
3.3. Системы спутниковой связи Иридиум, Глобалстар, Thuraya, VSAT. Сеть IALA–NET	55

3.4. Автоматическая идентификационная система.....	59
3.4.1. Введение.....	59
3.4.2. Международные требования	59
3.4.3. Общий принцип функционирования АИС	61
3.5. Система дальней идентификации и слежения за судами LRIT.....	66
3.5.1. Основное назначение системы LRIT	66
3.5.2. Правовые и технические аспекты LRIT	67
3.5.3. Сроки оснащения судов аппаратурой LRIT	67
3.5.4. Основные эксплуатационные требования к системе LRIT	68
3.5.5. Состав системы дальней идентификации и слежения за судами	69
ГЛАВА 4 СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ СУДОВ.....	72
4.1. Бортовая управляющая курсом система	72
4.2. Авторулевой «Navis AP4000»	73
4.3. Бортовая система вождения судна по маршруту	75
4.4. Береговая система управления движением судов	77
ГЛАВА 5. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ	
БЕЗОПАСНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ СУДОВ.....	81
5.1. Системы контроля глубины под килем – Under-Keel Clearance systems	
(УКС система)	81
5.2. Лоцманская проводка	84
5.3. Портативные лоцманские устройства (PPU – Portable Pilot Unit).	85
ГЛАВА 6. СУДОВЫЕ СИСТЕМЫ ОПОВЕЩЕНИЙ, СИГНАЛИЗАЦИИ	
И РЕГИСТРАЦИИ	88
6.1. Судовая система охранного оповещения	88
6.2. Системы контроля дееспособности вахтенного помощника капитана	
(Bridge Navigational Watch Alarm System – BNWAS)	92
6.3. Бортовая система мониторинга и сигнализации (Ship Alarm System –	
SAS)	98
6.3.1. Меры по улучшению охраны судов	98
6.3.2. Назначение и требования системы охранного оповещения	100
6.3.3. Бортовое оборудование	101
6.3.4. Бортовая аппаратура «SAILOR 6120 mini-C SSAS»	101
6.4. Регистратор данных рейса.....	103
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	106

ПРЕДИСЛОВИЕ

Морской транспорт редко рассматривался как перспективная область применения информационных технологий. Сказывались и традиционная консервативность отрасли, и долгий цикл проектирования и эксплуатации судов, и довольно высокая степень регулирования, особенно в вопросах безопасности со стороны национальных и международных организаций. С технологических позиций активному использованию информационных технологий (ИТ) в отрасли препятствует неразвитая и дорогостоящая инфраструктура телекоммуникаций, основанная преимущественно на спутниковой связи. В наше время, когда передача больших объемов данных стали едва ли не обязательными условиями функционирования современного бизнеса, морской транспорт находится позади мировых трендов в применении современных ИТ.

Однако и в сфере морских коммуникаций происходят изменения, связанные с появлением новых игроков, с усилением конкуренции среди провайдеров связи, применением новых телекоммуникационных технологий. Все это приводит к удешевлению передачи данных в море и как следствие – открывает дорогу для применения современных средств ИТ в морском транспорте.

Наиболее перспективные направления применения ИТ в этой сфере – е-Навигация и безэкипажное судовождение. Не случайно именно они стали ключевыми инициативами Международной морской организации (ИМО), международной межправительственной организации, регламентирующей вопросы, связанные с международным судоходством.

Ожидается, что в ближайшие годы стандарты в рамках е-Навигации станут обязательными для мирового коммерческого флота. Без соблюдения указанных стандартов ни одно судно не сможет, например, зайти в порт или территориальные воды того или иного государства.

Поэтому при подготовке специалистов по направлению «Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры» большое внимание уделено дисциплине «Цифровая навигация».

Целью учебно-методического пособия является обобщение информации об организации и функционировании современных навигационных систем, телекоммуникационных технических средств, системам управления и распознавания судов.

Тема 1 написана авторами совместно, тема 2 – С.Е. Ломоносовым, темы 3, 4 и 5 – Ю.П. Михайлюком, тема 6 – В.Р. Душко.

Авторы признательны рецензенту И.Л. Афонину за оказанное содействие, полезные замечания и внимание, проявленные к работе.

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

AIS – Automatic Identification System (Автоматическая идентификационная система);

ARPA – Automatic Radar Plotting Aids (Средства автоматической радиолокационной прокладки);

AtoN – Aids to Navigation (Средства навигационного ограждения);

BNWAS – Bridge Navigational Watch Alarm System (Система контроля дееспособности вахтенного помощника капитана);

COG – Course over ground (Курс относительно грунта);

ECDIS – Electronic Chart Display and Information System (Электронная картографическая навигационно–информационная система);

EGNOS – European Geostationary Navigation Overlay Service (Европейская спутниковая система дифференциальной коррекции);

ENC – Electronic Navigation Chart (Официальная векторная электронная навигационная карта);

GBAS – Ground Based Augmentation Systems (Береговые спутниковые системы дифференциальной коррекции);

GMDSS – Global Maritime Distress Safety System (глобальная морская система связи при бедствии);

GNSS – Global Navigation Satellite System (глобальная навигационная спутниковая система);

GPS – Global Position System (Глобальная позиционная система);

HDG – Heading (истинный курс);

IALA – International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (Международная ассоциация маячных служб);

IBS – Integrated Bridge System (Интегрированная мостиковая система);

ICT – Information and Communication Technology (Информационные и коммуникационные технологии);

IEC – International Electrotechnical Commission (Международная электротехническая комиссия);

IHO – International Hydrographic Organization (Международная гидрографическая организация);

IMO – International Maritime Organization (Международная морская организация);

IRNSS – Indian Regional Navigational Satellite System (Индийская региональная навигационная спутниковая система);

INS – Integrated Navigation System (Интегрированная навигационная система);

ISO – International Organization for Standardization (Международная организация по стандартизации);

ITU – International Telecommunication Union (Международный телекоммуникационный союз);

LRIT – Long Range Identification and Tracking (Система дальней идентификации и слежения);

MIO – Marine Information Object (Морской информационный объект);

MRCC – Maritime Rescue Coordination Centre (Морской спасательный координационный центр);

MSAS – Multi-functional Satellite Augmentation System (Многофункциональная спутниковая система дифференциальной коррекции);

MSI – Maritime Safety Information (Морская информация по безопасности);

NAVTEX – Navigation Telex (Навигационный телекс);

PPU – Portable Pilot Unit (Портативное лоцманское устройство);

RNC – Raster Navigation Chart (Растровая навигационная карта);

ROT – Rate of turn (Скорость поворота);

SAR – Search and Rescue (Поиск и спасание);

QZSS – Quasi-Zenith Satellite System (Квазизенитная спутниковая система);

SBAS – Satellite Based Augmentation Systems (Спутниковые системы дифференциальной коррекции);

S-MODE – A function to bring navigation displays into standard format (Функция перевода навигационных дисплеев в стандартный формат);

SOG – Speed over ground (Скорость относительно грунта);

SRS – Ship Reporting Systems (Судовая система сообщений);

SSAS – Ship Security Alert System (Судовая система охранного оповещения);

STW – Speed through water (Скорость относительно воды);

TOS – Traffic Organization Service (Служба организации движения);

STCW – Standard of Training, Certification and Watch-keeping for seafarers;

UTS – Coordinated Universal Time (Универсальное координированное время);

VDR – Voyage Data Recorder (Регистратор данных рейса);

VSAT – Very Small Aperture Terminal (Очень малый апертурный терминал);

VTS – Vessel Traffic Services (Береговая система управления движением);

WAAS – Wide Area Augmentation System (широкозонная система дифференциальной коррекции),

WMO – World Meteorological Organization (Мировая метеорологическая организация).

ГЛАВА 1. е-НАВИГАЦИЯ И СФЕРА ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Структура системы е-Навигация

Официальное определение концепции е-Навигации выработано ИМО:

е-Навигация – это гармонизированные мероприятия по сбору, интеграции, обмену, представлению и анализу касающейся судоходства информации на судах и в береговых службах посредством электронных технологий для повышения уровня безопасности мореплавания, качества и эффективности работы служб обеспечения безопасности мореплавания, охраны на море и защиты окружающей среды.

В общем плане е-Навигация представляет собой систему комплексного использования информации обеспечивающих и обслуживающих судовождение средств, систем и служб (ОСС). Комплексное использование данных – это концепция комбинирования информации от многочисленных источников с тем, чтобы находить более точные, более полные и более достоверные данные о ситуации, чем результаты, получаемые от этих источников в отдельности.

Компонентами системы е-Навигации, в частности, являются: AIS, Radar/ARPA, ECDIS, IBS, GNSS, LRIT, AtoN, VTS, UKCS, PPU и другие.

1.1.1. Концепция е-Навигации

е-Навигация – это комплексная долгосрочная концепция, которая объединяет различные заинтересованные стороны и оказывает влияние на морское судоходство в целом. Среди тех, чьи профессиональные интересы будут затронуты при выполнении программы е-Навигации, можно назвать: моряков, лоцманов, производителей оборудования, службы управления движением судов, прибрежные государства, государства портов и государства флага, гидрографические организации, владельцев судов, операторов судов, фрахтователей. Технологии е-Навигации уменьшают навигационные ошибки и происшествия, приносят пользу в таких областях, как поиск и спасение, предотвращение загрязнения окружающей среды, обеспечение безопасности и защита важных морских ресурсов, таких как рыболовные угодья. Они могут также способствовать эффективности в планировании и эксплуатации грузовой логистики, предоставляя информацию о море, портах и экспедиторских условиях.

1.1.2. Основные принципы создания системы

Основополагающими принципами создания комплекса е-Навигация являются: **системность, развитие (открытость), совместимость, стандартизация (унификация) и эффективность.**

Принцип системности заключается в том, что при декомпозиции решаемой е-Навигацией задачи должны быть установлены такие связи между структурными компонентами системы, которые обеспечивают цельность корпоративной системы и ее взаимодействие с другими системами.

Принцип развития (открытости) предусматривает внесение изменений в систему, обусловленных самыми различными причинами (внедрением новых информационных технологий, изменением законодательства, перестройкой организации и т.п.) только путем дополнения без переделки уже созданного, т.е. без нарушения функционирования системы.

Принцип совместимости состоит в том, что при создании системы должны быть реализованы информационные интерфейсы, благодаря которым она может взаимодействовать с другими системами согласно установленным правилам. В современных условиях в наибольшей степени это касается сетевых связей локального и глобального уровней.

Принцип стандартизации (унификации) заключается в использовании типовых, унифицированных и стандартизованных элементов, проектных решений, пакетов прикладных программ.

Принцип эффективности предусматривает достижение рационального соотношения между затратами на создание системы и целевыми эффектами, отражающимися на получаемой от внедрения системы прибыли.

Система е-Навигация является территориально распределенной автоматизированной системой. В ней местоположение компонентов играет существенную роль с точки зрения функционирования всей системы. Для распределённых систем характерно распределение функций, ресурсов между множеством элементов (узлов) и отсутствие единого управляющего центра. Поэтому выход из строя одного из узлов не приводит к полной остановке всей системы.

1.1.3. Описательная и функциональная структуры е-Навигации

Электронные автоматизированные системы характеризуются с разных позиций. Поэтому рассматриваются их различные структуры, например: описательная, функциональная, организационная.

Схема, отражающая входную и выходную информацию системы и характер преобразования входных сигналов в выходные, называется ее описательной структурой.

Схема функциональных устройств системы и связей между ними является ее функциональной структурой.

Организационная структура системы отражает иерархию управляющих ею органов и обслуживающих подразделений.

Описательная структура е-Навигации обычно представляется в виде, показанном на рис. 1.1.

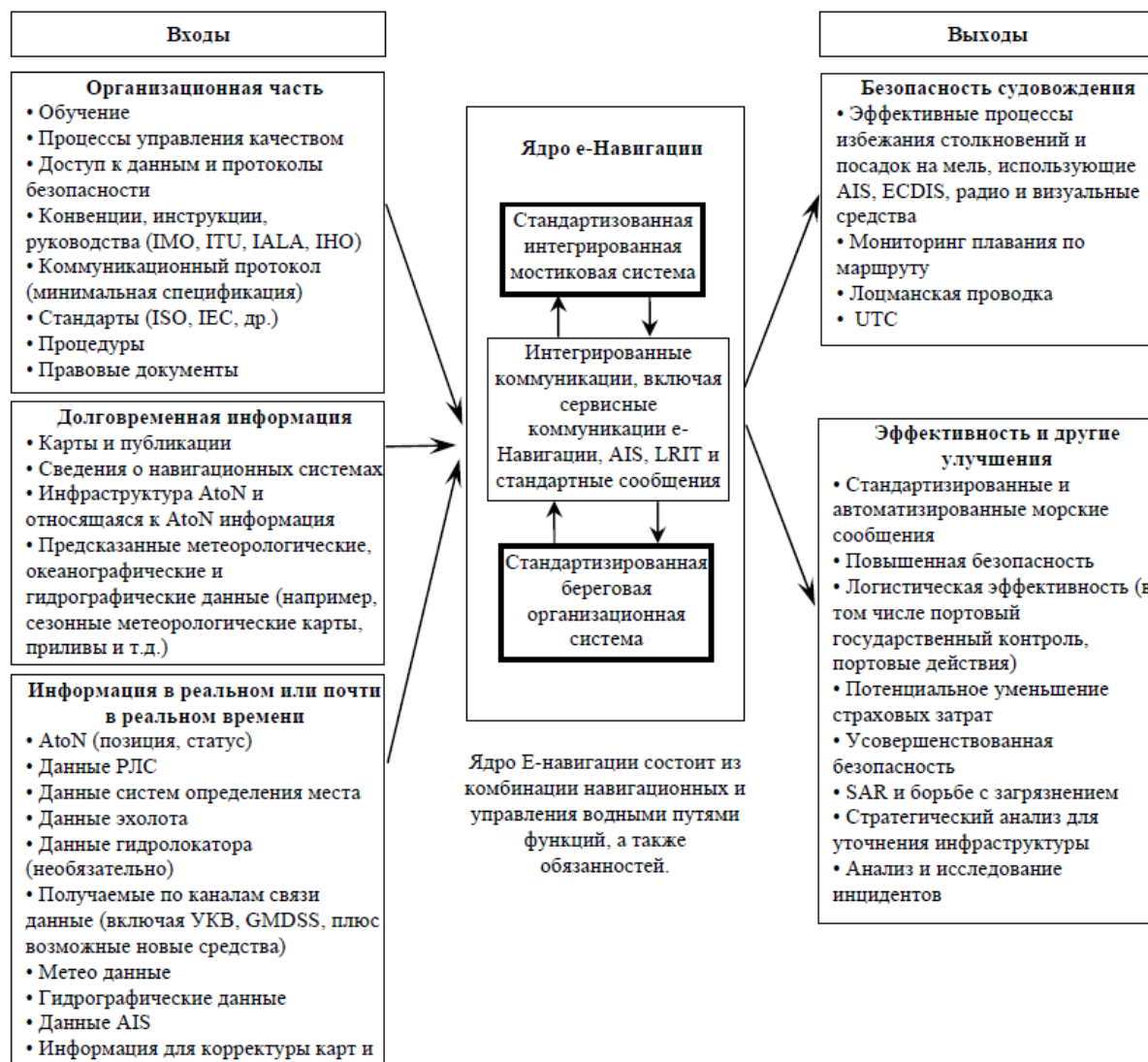


Рис. 1.1. Описательная структура е-Навигации

По функциональному признаку входящие в е-Навигацию OCC условно можно разделить:

- на навигационные средства (датчики навигационной информации, ECDIS, INS, IBS, береговые и спутниковые навигационные системы);
- средства навигационного ограждения – AtoN (Aids To Navigation);
- коммуникационные средства;
- средства идентификации и отслеживания движения судов (AIS, LRIT);
- системы управления движением судов (HCS, TCS, VTS, PPU);
- системы предупреждений, оповещений, сигнализации, регистрации (Всемирная служба навигационных предупреждений, NAVTEX, GMDSS, SSAS, BNWAS, VDR) и ряд других.

Развернутая функциональная схема системы е-Навигация по отношению к судну показана на рис. 1.2.

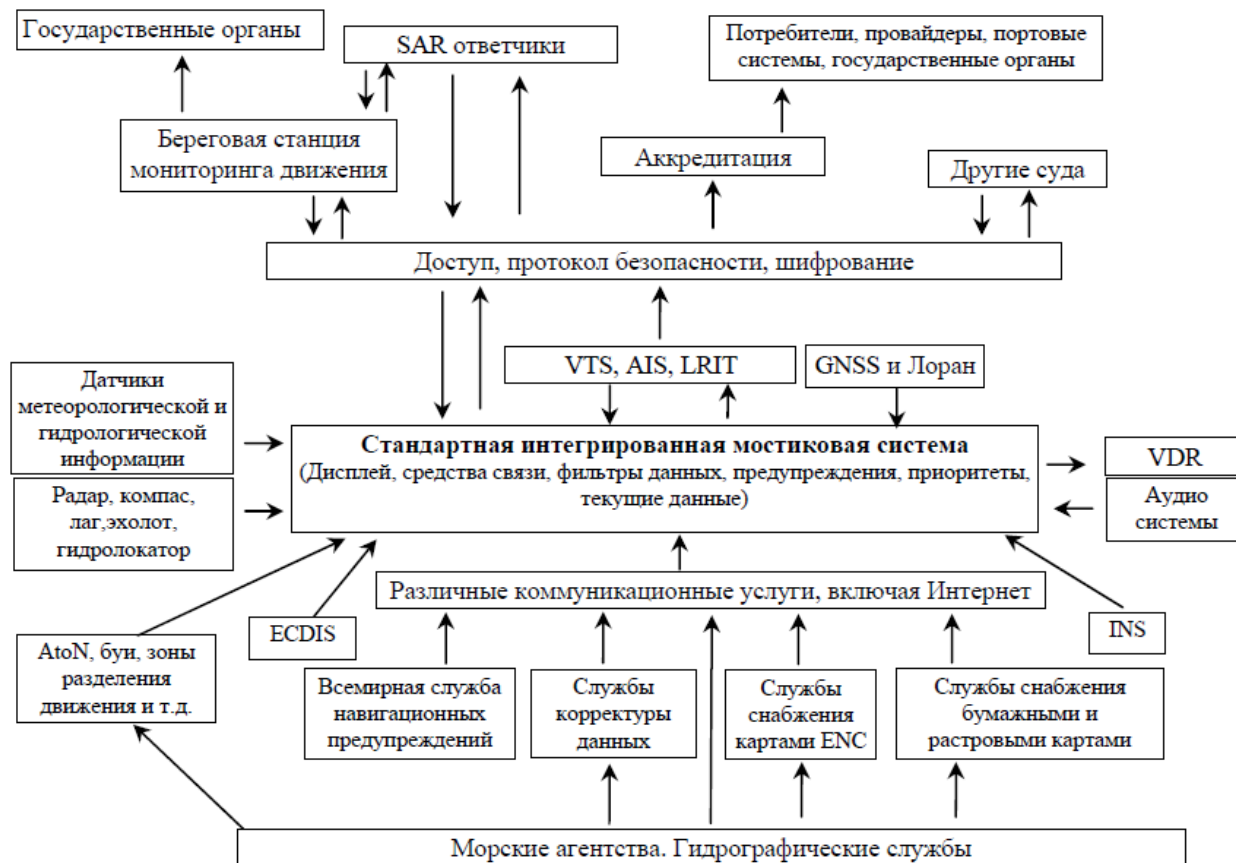


Рис. 1.2. Функциональная структура системы е-Навигации

1.2. Обеспечение совместимости охватываемых е-Навигацией систем

1.2.1. Виды обеспечения системы е-Навигация

В системе е-Навигация выделяют следующие виды обеспечений:

- аппаратное (комплекс технических средств);
- программное (совокупность моделей, методов, алгоритмов и программ реализации целей);
- информационное (данные, набор средств классификации, кодирования, унификации, документации и т.д.);
- лингвистическое;
- организационное (методы и средства работы персонала, осуществляющего эксплуатацию системы);
- правовое (совокупность правовых норм, определяющих юридический статус системы).

Система е-Навигации является территориально распределенной интегрированной системой. Поэтому ее аппаратное, информационное и программное обеспечения также территориально распределены.

Аппаратное обеспечение – это комплексы технических средств, входящих в е-Навигацию (навигационные средства, системы связи, средства навигационного оборудования и т.д.).

Информационное обеспечение комплекса е-Навигация включает:

- данные;
- методы изменения содержания информационных массивов;
- средства описания данных;
- методы организации данных;
- методы хранения данных;
- методы накопления информации;
- методы доступа к информации;
- методы кодирования, декодирования информации;
- методы компрессии, декомпрессии файлов;
- методы составления списков и каталогов по учету данных и т.д.

Основной частью информационного обеспечения являются данные.

Данные, которые используются в судовождении, называют морской информацией. Она делится на навигационную, картографическую и другую относящуюся к навигации информацию.

Программное обеспечение. Все программное обеспечение системы включает в себя две большие группы программ: системные и прикладные. Основное отличие этих двух групп заключается в том, что системные программы обеспечивают работу прикладных программ за счет эффективного управления ресурсами системы. Прикладные программы предназначены для решения комплекса задач в области применения системы.

Лингвистическое обеспечение. Составляющими элементами лингвистического обеспечения систем являются язык общения, термины, фразы, условные обозначения и сокращения, цветовые палитры, формы отображения информации, функции управления изображением и др. Лингвистическое обеспечение должно способствовать достижению хорошего знания обстановки.

Для уменьшения влияния человеческого фактора в е-Навигации повышенное внимание уделяется: человеко-машинному интерфейсу, способам отображения данных и изображений, средствам и видам коммуникаций, особенностям взаимодействия мостиковой команды и оператора VTS.

При выборе способов и форм отображения информации в е-Навигации необходимо учитывать следующее. Представление информации на борту судов или на берегу не обязательно должно быть идентичным. Однако очевидна выгода для пользователей, когда информация в навигационных системах на всех судах отображается в однозначной манере.

Язык, используемый при представлении информации, сокращения, символы, значки и другие элементы изображений должны быть стандартными в бортовых навигационных системах, независимо от их

производителя. Принципы оперирования с изображением также должны быть одинаковыми. Перед отображением информация должна агрегироваться (фильтроваться, объединяться и сжиматься) с целью обеспечения как полного, так и не загроможденного ненужными и второстепенными деталями представления данных. Основная задача агрегации – отбор существенного для сложившейся ситуации и представление его в концентрированной форме.

Правовое обеспечение системы включает в себя конвенции (СОЛАС74, МАРПОЛ, ...), Резолюции ИМО, Стандарты ИНО, ИЕС, ИТУ, относящиеся к судовождению законодательные акты прибрежных государств и другие нормативные документы.

1.2.2. Обеспечение совместимости охватываемых е-Навигацией систем

1.2.2.1. Виды совместимости систем

Для того чтобы система е-Навигации выполняла свои задачи ее части должны быть совместимы. Совместимость автоматизированных систем – это комплексное свойство двух или более подсистем, характеризующее их способностью взаимодействовать при функционировании. Совместимость систем включает техническую, программную, информационную, организационную, лингвистическую и метрологическую совместимость.

Техническая совместимость характеризуется возможностью взаимодействия технических средств систем, входящих в интегрированную систему.

Программная совместимость – это возможность работы программ одной системы в другой и обмена программами, необходимыми при взаимодействии этих систем.

Информационная совместимость определяется возможностью использования в системах е-Навигации одних и тех же данных и возможностью обмена данными между этими системами.

Организационная совместимость – это согласованность правил действия персонала, регламентирующих взаимодействие систем.

Лингвистическая совместимость систем характеризуется возможностью использования одних и тех же языковых средств общения их операторов друг с другом и с комплексом средств автоматизации этих систем.

Метрологическая совместимость систем определяется одинаковостью единиц измерений параметров и характеристик точности результатов измерений и обработки, что позволяет полученные в одной автоматизированной системе результаты использовать в другой.

Ввиду того, что комплекс е-Навигации состоит из территориально отдаленных систем, то обеспечение аппаратной совместимости полностью относится к их уровню. При объединении систем в рамках комплекса е-Навигации первостепенное значение имеет их информационная и лингвистическая совместимость.

1.2.2.2. Обеспечение информационной совместимости

Судоводителям в их производственной деятельности требуется информация, относящаяся к планированию и выполнению рейсов, оценке навигационных рисков и соблюдению правил. Береговые пользователи нуждаются в информации, относящейся к их морской территории, в том числе в статической и динамической информации о судах и их рейсах. Поэтому при образовании комплекса е-Навигация на первый план выходят вопросы информационной совместимости входящих в этот комплекс ОСС.

Для обеспечения информационной совместимости ОСС морская информация должна быть предоставлена в виде согласованной на международном уровне общей структуры данных. На 54-й сессии подкомитета ИМО по безопасности судоходства (июль 2008 г.) было рекомендовано создать общую структуру морской информации/данных, которая будет доступна через единую интегрированную систему. Проблемы создания единой структуры данных как основы для е-Навигации и вопросы совместимости, унификации, стандартизации данных были также обсуждены в 2010 г. в Монако на семинаре ИНО. В результате обсуждений ИНО в целях поддержки разнообразных источников, изделий и клиентов, использующих цифровые гидрографические данные, разработала стандарт S-100. Он представляет собой не очередную версию S-57, а совершенно новый стандарт, определяющий как дополнительное содержание, так и новые форматы морских данных.

Основная цель S-100 состоит в том, чтобы поддержать большее разнообразие цифровых гидрографических и других данных, изделий и клиентов. Новые данные включает в себя растровые данные, изменяющихся во времени данные о позиции объектов, а также новые приложения, которые выходят за рамки традиционной гидрографии. Создание формата S-100 также дает возможность использования веб-сервисов для получения, обработки, анализа, доступа и представления данных.

Формат S-100 поддерживает большое разнообразие видов информации: графические образы и сеточные данные, 3D изменяющиеся во времени данные и новые приложения, которые лежат вне области традиционной гидрографии. Он также дает возможность использования сетевых услуг для получения, обработки, анализа, доступа и представления данных.

Существуют и другие цели S-100.

1) Отделение содержания данных от их носителя. В результате данными можно управлять и их кодировать, не будучи постоянно привязанными к одному механизму обмена информацией.

2) Управляемость и гибкость, которая может содержать изменения. Состав новых видов данных будет подмножеством S-100, включая отдельные каталоги. Это позволит основному стандарту развиваться посредством расширения без потребности введения его новых версий и дополнительных спецификаций.

3) Соответствующая ISO (International Organization for Standardization) регистрация на веб-сайте ИНО, содержащем записи баз данных словарей, изображений и метаданных. Записи позволят разместить как содержание основных гидрографических данных, так и содержание навигационных пособий, карт для внутренних водных путей и морские информационные оверлейные программы.

Имеется много преимуществ, которые будут достигнуты от внедрения стандарта S-100.

1) Использование разработанных ISO компонентов и терминологии поможет гарантировать, что стандарт S-100 и его будущие расширения будут находиться в русле геопространственной информационной промышленности. Это также должно помочь поощрить более широкое использование этого формата и тем самым, снизить затраты на его реализацию для гидрографических и других типов приложений (например, морской ГИС).

2) Соответствие стандарту ISO/TC211 максимизирует использование коммерческого программного обеспечения и его развитие.

3) Новые компоненты S-100 не будут разработаны в отрыве от остальной части геопространственных информационных технологий сообщества.

4) Любые новые требования могут быть включены в пределах установленной структуры основных стандартов ISO/TC211.

5) S-100 будет взаимодействующим с другими стандартами ISO/TC211, как, например, NATO DIGEST.

6) Существует множество национальных органов по стандартизации, которые смогут использовать все преимущества S-100, совместимым с ISO/TC211 стандартами.

7) Совместимые гидрографические данные будут доступны не только гидрографическим службам и ECDIS.

8) Гидрографические службы смогут использовать разные источники совместимых геопространственных данных, например, комбинировать топографические и гидрографические данные для создания карт прибрежных зон.

1.2.2.3. Обеспечение лингвистической совместимости

Для достижения эффективности комплекса е-Навигация требуется единое и согласованное представление информации в бортовых мостиковых системах, изготовленных разными производителями, а также и в береговых системах управления движением, для поддержки как общей, так и определенной пользователем, оперативной картины навигационной обстановки с иерархическим и/или табличным отображением данным. Основную роль при решении этих задач играет совместимость лингвистических обеспечений входящих в е-Навигацию систем.

Стандартизация элементов лингвистического обеспечения играет важную роль в надлежащей реализации навигационного сбора информации и

обменных процессов в е-Навигации. Довольно большая работа в этом направлении проведена. Определено, что в связанных с судовождением системах языком общения должен быть английский. Другие языки допускаются лишь как дополнение к английскому. Составлены глоссарии многих морских терминов для исключения их неоднозначного толкования. В качестве примера можно назвать глоссарий терминов для ECDIS, приведенный в публикации IHO S-52. В приложении 2 (Color and Symbol Specifications for ECDIS, Edition 4, July 1997) к S52 содержится Библиотека презентации (Presentation Library), устанавливающая символы, цвета, цветовые планы, требования к дисплеям, справочные таблицы и правила, по которым каждый класс картографических объектов с учетом их атрибутов показывается на экране дисплея. Определены условные обозначения для кинематических параметров собственного судна (IEC, 61174, приложение E); данных РЛС (МЭК, 60936, приложение E); информации РЛС/САРП (IEC, 60872); целей AIS (IEC, 61993-2). Разработано руководство для представления относящихся к навигации символов, терминов, сокращений – IMO SN/Circ.243, 2004 г. Установлены стандартные фразы для обмена данными при коммуникации пользователей: IMO Standard Marine Communication Phrases (IMO SMCP) (2002 Edition) (IMO Sales No. IA987E ISBN 978-92-801 -51374); Assembly Resolution A.918(22) – IMO standard marine communication phrases; Assembly Resolution A.488 (XII) – Use of the Standard Marine Navigational Vocabulary.

Для судовых мостиковых систем Морским Институтом (Nautical Institute) предложено использовать режим S-Mode. Это режим ввода навигационного бортового дисплея в стандартный формат (режим «по умолчанию»). Этот режим стал возможным благодаря увеличению использования многофункциональных дисплеев. На них данные радара, навигационной карты, электронных позиционных систем и другая информация может быть организована, переоформлена и представлена в любой форме. S-Mode требует от всех навигационных дисплеев, независимо от их производителя, иметь четко определенную кнопку, при нажатии которой отображение на экране будет в стандартном формате, со стандартным меню или системой управления, стандартным интерфейсом (клавиатура, джойстик и т.д.) и основными функциями. Например, могут быть частные формы отображения информации: для оперативных решений задач на близком расстоянии от опасностей (например, для избежания столкновений), дополнительная форма отображения для планирования рейса. При нажатии на кнопку отображения дисплей переходит от частных форм отображения обстановки к стандартной (например, на шкале 12-миль с радиолокационными отметками «целей», векторами относительного движения, с контуром опасной изобаты на векторной карте и другими стандартными данными). Это стандартизированное представление информации должно быть знакомо всем лоцманам, судоводителям и могло управляться через стандартную систему меню с ограниченным числом часто

используемых функций. Стандартная форма отображения может изменяться для подстройки к особенностям решаемой задачи, но при нажатии упомянутой кнопки форма отображения должна становиться стандартной. Преимущество от применения S-Mode состоит в том что:

1) Обучение использованию режима S-mode может быть стандартизировано во всем мире.

2) Любой судоводитель или лоцман может подключить режим S-mode, без затруднений разбираться в отображаемой ситуации и быть компетентным в использовании функций навигационной системы, независимо от ее производителя.

3) Режим S-mode также может быть применен в тех случаях, когда команда мостика состоит из нескольких человек, которые нуждаются в общем отображении информации для принятия решений.

ГЛАВА 2. НАВИГАЦИОННЫЕ СРЕДСТВА e-НАВИГАЦИИ

2.1. Требования e-Навигации к определениям места.

Современные судовые навигационные средства: флюксгейт компасы, волоконно-оптические гирокомпасы, спутниковые компасы

2.1.1. Требования e-Навигации к определениям места

Список ключевых элементов, необходимых при определениях позиции в системе e-Навигации приведен ниже:

- соответствующая требованиям резолюции ИМО (Международная морская организация) А.915(22) точность, доступность, непрерывность и целостность;
- достаточная избыточность и резервирование;
- совместимость систем;
- соответствующие датумы (вертикальные и горизонтальный).

Стандарты точности морской навигации, утвержденные Резолюцией ИМО А.915(22), 2002 г., представлены в табл. 2.1.

Таблица 2.1 - Минимальные требования к точности определения места

Применение	95% погрешность, метры
<i>Судовождение:</i>	
Океанское	10-100
Прибрежное	10
Фарватер	10
Порт	1
Внутренние водные пути	10
Гидрография	1-2
Океанография	10
Управление AtoN	1
<i>Портовые операции:</i>	
Местная VTS	1
Управление контейнерами/грузами	1
Соблюдение законов	1
Грузовые операции	0,1

2.1.2. Современные судовые навигационные средства

Технические навигационные средства могут быть судовыми, береговыми и космическими.

К судовым средствам относятся компасы, лаги, эхолоты, навигационные РЛС, САРП, прямоиндикаторы или приемники береговых и спутниковых навигационных систем, инерциальные системы, интегрированные

навигационные системы, ECDIS (Европейская спутниковая система дифференциальной коррекции), интегрированные системы ходового мостика и др. Кратко охарактеризуем несколько новых образцов приборов из приведенного списка.

Современные виды компасов. На судах уже находят применение электронные магнитные компасы, волоконно-оптические и лазерные гирокомпасы, спутниковые компасы и другие указатели курса.

Флюксгейт компасы (ФГК). Наибольшее распространение из электронных магнитных указателей курса получили флюксгейт компасы. Ими являются такие приборы как «Azimuth 1000» фирмы KVN Industries (рис. 2.1), «AQCD-FX360» компании Aquamatic, «PG-100» и «PG-500» корпорации Furuno, Simrad FC-40. ФГК имеют небольшие габариты, массу и потребляют мало энергии. Они обеспечивают устойчивые показания курса с точностью $0,5 \div 2,0^\circ$ и разрешение $0,1^\circ$. Вес основного блока этого компаса лежит в пределах $200 \div 400$ грамм. Преимуществом ФГК перед традиционными магнитными компасами является возможность размещения чувствительного элемента на удалении от устройства отображения курса. Это создает больше возможностей для выбора на судне места, наиболее подходящего для точной работы чувствительного элемента. Другое достоинство ФГК – цифровая форма сигналов и возможность передачи показаний другим приборам и системам. Цифровая форма сигналов позволяет математически их обрабатывать и выполнять компенсацию погрешностей. В большинстве ФГК расчет девиации с последующим ее учетом производится автоматически. Для нахождения таблицы девиации достаточно перейти в предусмотренный в ФГК для этой цели режим и выполнить циркуляцию. Для компенсации магнитного склонения в ФГК используются либо компенсационные таблицы, представляющие карты изогон земной поверхности, или математическая модель геомагнитного поля, обеспечивающая расчет склонения на текущее время в любой точке Земли. Магнитное склонение находится по координатам места судна. С этой целью к ФГК подключается приемник GPS.



Рис. 2.1. Флюксгейт компас "Azimuth 1000"

Различают флюксгейт компасы с системой двух и трех магнетометров. Первые включает горизонтальную платформу с двумя ортогональными по осям магнетометрами, модуль обработки сигналов и коррекции работы датчиков, индикатор курса и систему, обеспечивающую стабилизацию платформы в горизонтальной плоскости. Обычно эта платформа имеет пониженный центр тяжести, создаваемым свинцовым грузиком. Для обеспечения горизонтального положения она устанавливается на кардановом подвесе и помещается в камеру, заполненную легким маслом. Оно служит для демпфирования колебаний платформы на качке.

ФГК с системой трех ортогональных магнетометров не имеют движущихся частей. Дополнительно к магнетометрам они включают датчик килевой и бортовой качки (двухкоординатный инклинометр). Эти ФГК не требуют обслуживания.



«NAVIGAT 2100»



«NAVIGAT 3000»



«POLARIS FOG-100»

Рис. 2.2. Современные волоконно-оптические гирокомпасы

Волоконно-оптические гирокомпасы (ВОГ). В настоящее время на смену классическим ГК приходят более совершенные приборы, основанные на современных технологиях и исключающие использование кардановых подвесов (стабилизируемых в плоскости горизонта платформ). Такие новые датчики курса имеют чувствительные элементы, жестко связанные с корпусом судна. Движущиеся части в них отсутствуют. Представителем таких приборов является волоконно-оптический гирокомпас (рис. 2.2). Принцип работы ВОГ основан на инвариантности скорости света и релятивистском эффекте, открытым французским физиком Г. Саньяком в 1913 г. В качестве примеров ВОГ можно привести курсоуказатели: «NAVIGAT 2100» и «NAVIGAT 3000» фирмы Sperry Marine, «SP2000» компании AMI Maritime Pte Ltd., «POLARIS FOG-100» компании Arskom Marine.

Приведем краткие сведения о гирокомпасе «NAVIGAT 3000» фирмы Sperry Marine (рис. 2.3). Этот датчик курса, скорости поворота, углов и скоростей килевой и бортовой качки относится к бесплатформенным системам ориентации. При всех условиях работы (в широтах до $\pm 75^\circ$ и скоростях хода до 75 узлов) средняя квадратичная погрешность измерений гирокомпасом «NAVIGAT 3000» приведенных

ниже параметров не превышает значений:

- курса – 0.4°сесф , где ϕ – широта места;
- улов до 45° килевой и бортовой качки – 0.1° ;
- угловой скорости – $0.018^\circ/\text{мин}$.

Эти характеристики соответствуют требованиям IMO A.694(17), IMO A.821(19), ISO 8728 и ISO 16328 (2001).

Диапазоны определения данных в этом компасе:

- $0^\circ \dots 360^\circ$ – для курса;

- $\pm 45^\circ$ ($\pm 180^\circ$ при сниженной точности) – для килевой и бортовой качки;
- $\pm 90^\circ/\text{с.}$ – для угловой скорости (X, Y, Z).

Время приведения в меридиан гирокомпаса «NAVIGAT 3000» в статических условиях на широтах $\leq 78^\circ$ не превышает 10 мин, а на широтах $\leq 45^\circ$ – 4 мин. В условиях моря это время не превышает 30 мин.



Рис. 2.3. Компоненты гирокомпаса «NAVIGAT 3000» Sperry Marine

Преимущества волоконно-оптического компаса NAVIGAT 3000:

- электронная цифровая бесплатформенная система, полное отсутствие механических узлов и подвижных частей;
- точная информация о курсе, а также о бортовой и килевой качке, скорости перемещения относительно всех трех осей;
- высокая динамическая точность и отсутствие широтной погрешности;
- высокая надежность;
- не нуждается в техническом обслуживании в течение всего срока эксплуатации;
- технические характеристики удовлетворяют всем требованиям IMO, в том числе и для высокоскоростных судов;
- компактная конструкция, малый вес;
- низкое энергопотребление;
- все репитеры компаса настраиваются автоматически;
- предусмотрен вход для резервного гирокомпаса или магнитного компаса;
- дополнительные аналоговые выходы для индикаторов скорости поворота судна;
- автоматическое переключение на аварийное питание;
- автоматическое самотестирование системы при запуске.

Базовая система включает только три модуля: датчик, дисплей с блоком управления и блок интерфейса и питания.

Спутниковые компасы.

Спутниковый компас – это специального вида бортовая аппаратура СНС, включающая две или три антенны. Компас с тремя антеннами предоставляет информацию о координатах судна, времени, курсе, путевом

угле, путевой скорости, углах бортовой и килевой качки. Из существующих спутниковых компасов можно назвать «SC-110» фирмы Furuno, «Navistar» – Sperry Marine, «Standard 21» – Raytheon Anschütz, «HS50» и «HS70» – Simrad, российский компас «Фарватер РК-2306» (рис. 2.4).



Рис. 2.4. Спутниковый компас «Фарватер РК-2306»

Точность спутниковых компасов зависит от расстояния между антеннами. У компасов, предназначенных для коммерческих судов, оно составляет от 60 до 100 см. Эти приборы в среднем имеют такие характеристики:

- средняя квадратичная погрешность (СКП) показаний курса – ± 0.30 ;
- СКП показаний угла бортовой (килевой) качки – ± 0.30 ;
- точное слежение за курсом при скорости поворота – до $25^{\circ}/с$;
- время прихода в готовность после включения – $1 \div 4$ мин;
- 95 % погрешность определения места судна по GPS – ± 10 м;
- 95 % погрешность определения места судна по DGPS – ± 5 м.

Эта точность справедлива при любых маневрах судна, бортовой и килевой качке, в любой точке земного шара. Спутниковый компас существенно дешевле гироскопического и магнитного компаса. Стоимость эксплуатации спутникового компаса, в отличие от гирокомпаса, вообще мала. Основной недостаток спутниковых указателей курса по сравнению с ГК – неавтономность.

2.2. Навигационные РЛС, САРП, приемоиндикаторы береговых и спутниковых навигационных систем, инерциальные системы

2.2.1. Навигационные РЛС

К радионавигационным приборам относятся радиолокационные станции, радиопеленгаторы, а также приемоиндикаторы радионавигационных систем.

Радиолокационные станции (РЛС) предназначены для обнаружения местонахождения различных объектов и наблюдения за окружающей надводной обстановкой в условиях плохой видимости (рис. 2.5).

В РЛС используется явление отражения радиоволн от различных объектов, расположенных на пути их распространения, таким образом, в радиолокации используется явление эха. РЛС содержит передатчик,

приемник, антенно-волноводное устройство, индикатор с экраном для визуального наблюдения эхо-сигналов.

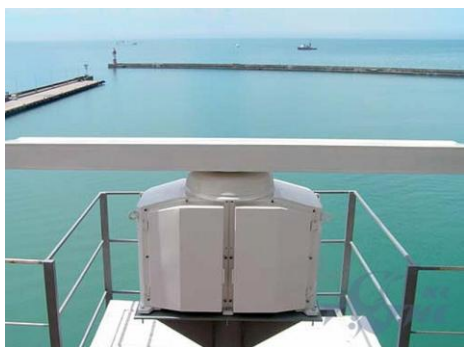
Принцип работы РЛС следующий. Передатчик станции вырабатывает мощные высокочастотные импульсы электромагнитной энергии, которые с помощью антенны посылаются в пространство узким лучом. Отраженные от какого-либо объекта (судна, высокого берега и т. п.) радиоимпульсы возвращаются в виде эхо-сигналов к антенне и поступают в приемник. По направлению узкого радиолокационного луча, который в данный момент отразился от объекта, можно определить пеленг или курсовой угол объекта. Измерив промежуток времени между посылкой импульса и приемом отраженного сигнала, можно получить расстояние до объекта. Так как при работе РЛС антенна вращается, излучаемые импульсные колебания охватывают весь горизонт. Поэтому на экране индикатора судовой РЛС создается изображение окружающей судно обстановки. Принятые эхо-сигналы после преобразования и усиления в приемнике поступают в индикатор, снабженный электронно-лучевой трубкой. Экран электронно-лучевой трубки покрыт особым составом, обладающим свойством послесвечения, поэтому эхо-сигналы, возникающие на экране индикатора, угасают постепенно. Центральная светящаяся точка на экране индикатора РЛС отмечает место судна, а идущая от этой точки светящаяся линия показывает курс. Изображение различных объектов на экране индикатора может быть ориентировано относительно диаметральной плоскости судна (стабилизация по курсу) или относительно истинного меридиана (стабилизация по норду). Направления на объекты определяются по азимутальному кругу соответственно ориентированного или по курсу, или по норду. В последнем случае азимутальный круг должен быть связан с репитером гирокомпаса. По светящимся на экране индикатора градуированным неподвижным кольцам дальности определяется расстояние до нужного объекта, который изображается светящимся пятном, если это одиночный предмет (судно, маяк), или волнистой линией (береговая черта и т. д.). Для точного измерения расстояния имеется дальномерное устройство с подвижным кругом дальности.

«Дальность видимости» РЛС достигает нескольких десятков миль. Однако дальность обнаружения зависит от отражательной способности объектов. На дальность обнаружения РЛС, кроме технических данных станции, влияют гидрометеорологические факторы.

Судовые РЛС позволяют осуществлять плавание в узкостях, расхождение судов и определение места судна по береговым ориентирам или радиолокационным маякам в условиях плохой видимости; за короткий промежуток времени определять курс и скорость встречного судна и избегать таким образом столкновения.

Однако РЛС имеет ряд недостатков: ограниченная дальность действия; значительная «мертвая зона», т.е. минимальная дальность обнаружения,

которая составляет от 30 до 120 м по расстоянию и $1,8-1,1^\circ$ по азимуту; сложность устройства РЛС, затрудняющая ремонт в судовых условиях.



РЛС "Нева-Б"



Антенна судовой РЛС FURUNO 1832"

Рис. 2.5. Элементы типовых судовых РЛС

Для обеспечения безопасности плавания в портовых водах, где наблюдается большое скопление судов, используются береговые радиолокационные станции (БРЛС). С помощью БРЛС осуществляют лоцманскую проводку судов, входящих и выходящих из порта, в условиях ограниченной видимости. Лоцман, осуществляющий проводку, получает от БРЛС данные о местонахождении судна. В случае большой протяженности фарватера устанавливается ряд БРЛС, которые обеспечивают непрерывную проводку судов. Точность проводки по БРЛС довольно высокая, позволяющая обнаружить уход судна с оси фарватера на расстояние до 10 м.

2004 года была принята резолюция ИМО MSC.192(79) «Adoption of the revised performance standards for radar equipment», требования которой распространяются на РЛС, устанавливаемые на суда, начиная с 01.07.2008г. Согласно этой резолюции новые радары должны: принимать и показывать информацию AIS, строить упрощенные электронные карты, выполнять функции САРП. Возможность отображения ENC на экране РЛС также признана весьма желаемой дополнительной чертой.

В настоящее время на судах появились совмещенные системы РЛС–ECDIS, позволяющие расширить функции радиолокационного оборудования значительно улучшить контроль навигационной обстановки. Среди этих систем можно назвать «Chart Radar JMA–900B» и «Chart Radar JMA–900M» (рис. 2.6, рис. 2.7).

Рассмотрим особенности этих систем на примере «Chart Radar JMA–900B».

JMA-900B объединяет радар и улучшенную ECDIS компании JRC. В этой РЛС-ECDIS системе используется цифровая обработка сигнала, многоуровневое распознавание «целей». Вся накапливаемая информация полностью обрабатывается радаром за несколько миллисекунд. Затем она выводится на экран, создавая четкое ясное изображение обстановки как в режиме КУРС, так и СЕВЕР.



Рис. 2.6. «Chart Radar JMA-900B»



Рис. 2.7. «Chart Radar JMA-900M»

В совмещенной системе имеется возможность контроля скорости движения судов путем установки длины следа «цели», что значительно повышает уровень безопасности навигации.

Важным компонентом JMA-900B является модуль AIS. Он применяется для индикации символов «целей» AIS и информации по ним. Наличие данных «целей» AIS дает дополнительную информацию для выбора маневра расхождения и при его выполнении, что позволяет осуществлять безопасную эффективную навигацию. Все, получаемые по линии AIS данные о «целях» могут быть выведены на экран системы РЛС–ECDIS. Они не зависят от радиолокационного изображения. AIS «цели» не могут быть затенены береговой линией, скрыты помехами от дождя и волн, подвержены влиянию отраженных от облаков сигналов и метео осадков. Возможна легкая активация и деактивация «целей» AIS, а так же переключения между их символами.

Экран многофункционального и широкого дисплея JMA-900B можно разделить на две части с одновременным отображением различных карт и областей (рис. 2.8).



Рис. 2.8. Экран системы РЛС-ECDIS

JMA-900B обеспечивает режим «просмотра вперед» при плавании вблизи берега или в районах с ограниченным маневрированием. Система JMA-900B позволяет штурману создавать маршруты, а также импортировать их и наиболее важные и часто используемые данные от других производителей ECDIS, используя стандартный формат CSV. Имеется

возможность использования маршрута как в ECDIS, так и в РЛС. После создания маршрута в ECDIS, возможен его экспорт данных в другие системы.

РЛС-ECDIS JMA-900B обеспечивает обширную базу данных (более чем 250 графических объектов) по объектам, которые можно самостоятельно внести на пользовательскую карту и, при необходимости, выполнять их редактирование. Объект состоит из символов, линий, зон и текста. В JMA-900B, как и в серии радаров JMA-9100, имеется дополнительное переключение режимов дисплея.

Система РЛС-ECDIS позволяют наложить радиолокационное изображение на электронные карты, позволяя просматривать его одновременно с информацией электронных карт, данными о движении судна и о глубинах, инициировать сигнализацию звуковую и визуальную при подходе судна к опасным районам.

Серия JMA-900B доступна для поставки в различных конфигурациях: в виде стойки, настольного и консольного исполнения, что позволяет оптимально устанавливать ее на различных судах.

2.2.2. Средства автоматической радиолокационной прокладки

Средства автоматической радиолокационной прокладки (САРП) – это радиолокационно-вычислительные системы, обеспечивающие автоматическое сопровождение эхо-сигналов заданных целей, первичную и вторичную обработку радиолокационной информации, выдачу судоводителю всех данных, необходимых для непрерывной, точной и быстрой оценки навигационной ситуации и решения задач обеспечения навигационной безопасности (рис. 2.9).

Как и обычная судовая РЛС, САРП является системой двойного назначения – позволяет решать задачи предупреждения столкновений судов и проводки судна по линии заданного пути (навигации).

САРП решает следующие основные задачи:

- отображение на экране всей радиолокационной обстановки в соответствии с выбранными шкалами дальности, режимами ориентации и стабилизации радиолокационного изображения;
- автоматическое обнаружение эхо-сигналов надводных целей в пределах контролируемой зоны на экране САРП, границы которой задаются охранными кольцами ("GUARD RINGS"), секторами захвата и барьерными линиями, отсекающими группы береговых объектов;
- автоматический или ручной (по выбору штурмана) захват обнаруженных целей и их автосопровождение (АС), т. е. непрерывное ведение "строба" заданных размеров за эхо-сигналом цели;
- одновременное автоматическое сопровождение, обработка, отображение и непрерывное обновление данных не менее чем по 20 целям (если сопровождаются не все цели, наблюдаемые на экране, то

сопровожаемые цели должны быть четко обозначены специальными маркерами);

- непрерывное автоматическое определение полярных координат (пеленга и дистанции) всех сопровождаемых целей, возможность быстрого определения пеленга и дистанции любого объекта, появляющегося на экране РЛС и САРП;

- непрерывное автоматическое определение элементов движения (курса и скорости) и элементов сближения (дистанции кратчайшего сближения и времени плавания до точки кратчайшего сближения) для всех сопровождаемых целей; тенденция движения цели должна определяться через 1 мин после начала АС, а вектор экстраполированного перемещения цели с заданной точностью – через 3 мин после начала АС;

- непрерывное представление на экране САРП обработанной вторичной радиолокационной информации, характеризующей элементы движения сопровождаемых целей и элементы сближения, в векторной или другой графической форме, четко указывающей.

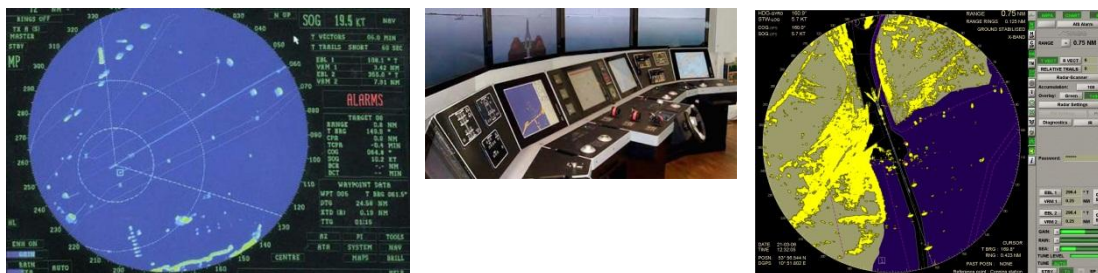


Рис. 2.9. Вид типовой системы автоматической радиолокационной прокладки

Общие технико-эксплуатационные требования к САРП сформулированы в Резолюции ИМО А.422 (XI) от 15 ноября 1979 г. На основе требований ИМО в нашей стране приняты требования Регистра к САРП.

Порядок и сроки установки САРП на судах определены принятой ИМО поправкой к Правилу 12 гл. V Конвенции "СОЛАС-74"; к настоящему времени САРП должны быть установлены на судах всех типов валовой вместимостью 10 тыс. рег. т и более (на сухогрузных судах, построенных до 01.09.84, – 15 тыс. рег. т и более).

При работе с САРП судоводитель освобожден от механически рутинных операций: съема и обработки радиолокационных пеленгов и дистанций. Это позволяет сосредоточить внимание на наиболее ответственных функциях – непрерывном квалифицированном наблюдении, отборе целей для АС, оценке навигационной ситуации, выборе и выполнении оптимального маневра для обеспечения безопасного расхождения и плавания судна по заданному маршруту.

2.2.3. Приемоиндикаторы береговых и спутниковых навигационных систем



Рис. 2.10. Дисплей судовой АИС (Класс А)



Рис. 2.11. Судовой Глонасс/GPS приемоиндикатор Vega VG-16

Приемоиндикаторы береговых систем сводятся к выполнению функций мониторинга водного пространства в области ответственности организации. Эти задачи реализует АИС (Автоматическая идентификационная система, (англ. AIS Automatic Identification System) – система в судоходстве, служащая для идентификации судов, их габаритов, курса и других данных с помощью радиоволн диапазона УКВ (Рис. 2.10).

В последнее время появилась тенденция трактовать АИС как Автоматическая информационная система, (англ. AIS Automatic Information System), что связано с расширением функциональности системы по сравнению с ординарной задачей идентификации судов.

В соответствии с Конвенцией SOLAS 74/88 является обязательным для судов валовой вместимостью

свыше 300, совершающих международные рейсы, судов валовой вместимостью 500 и более, не совершающих международные рейсы, и всех пассажирских судов. Суда и яхты с меньшим водоизмещением могут быть оборудованы прибором класса Б. Передача данных осуществляется на международных каналах связи AIS 1 и AIS 2 в протоколе SOTDMA (англ. Self Organising Time Division Multiple Access). Применяется частотная модуляция с манипуляцией GMSK.

АИС предназначена для повышения уровня безопасности мореплавания, эффективности судоходства и эксплуатации центра управления движением судов (ЦУДС), защиты окружающей среды, обеспечивая выполнение следующих функций:

- как средство предупреждения столкновений в режиме судно–судно;
- как средство получения компетентными береговыми службами информации о судне и грузе;
- как инструмент ЦУДС в режиме судно–берег для управления движением судов;

– как средство мониторинга и слежения за судами, а также в операциях по поиску и спасанию (SAR).

Приемоиндикаторы спутниковых систем идентичны и имеют вид (см. рис. 2.11), как у прибора VEGA VG-16 – современный приемоиндикатор навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS разработанный для судов всех типов.

2.2.4. Спутниковые радионавигационные системы (СРНС)

Основаны на использовании координированной по движению и излучению сигналов сети навигационных искусственных спутников Земли (НИСЗ). Спутниковые РНС обеспечивают непрерывное и практически мгновенное определение местоположения и скорости потребителя в подавляющем большинстве районов земного шара (глобальные системы) с точностью, на порядок превышающей точность РСДН (радиотехнические системы дальней навигации). Для работы СРНС выделены частоты в диапазоне дециметровых волн, близкие к оптимальным с точки зрения минимального поглощения сигнала при распространении и размеров антенн, используемых для передачи и приема. Функции опорных станций в СРНС выполняют НИСЗ.

Возможны как активные с активным ответом, так и пассивные СРНС. Большинство СРНС представляют собой многопозиционные пассивные системы, имеющие неограниченную пропускную способность.

СНС можно разделить на глобальные навигационные спутниковые системы и дополнения к ним – системы дифференциальной коррекции.

Глобальные навигационные спутниковые системы. В настоящее время действуют две системы GNSS (американская GPS, российская ГЛОНАСС). Основные характеристики GPS и ГЛОНАСС сведены в табл. 2.2, где UTC (USNO), UTC (SU) – универсальное координированное время военно-морской обсерватории США и Российской Федерации (UTC – Coordinated Universal Time, USNO – US Naval Observatory, SU – Soviet Union или RF – Russian Federation).

Четыре СНС находятся на стадии внедрения: Европейская GALILEO, китайская COMPASS, японская QZSS, индийская IRNSS.

Системы дифференциальной коррекции GNSS.

Давно признано, что GNSS должна иметь функциональные дополнения (системы дифференциальной коррекции) для достижения требуемой целостности, безопасности жизни на море, точности, необходимой для целей навигации и позиционирования. Услуги дифференциальной коррекции могут предоставляться с помощью наземных систем дифференциальной коррекции (GBAS) с использованием передатчиков, таких как радиомаячная система IALA и AIS, или с помощью спутниковых систем дифференциальной коррекции (SBAS). Последние системы обеспечивают дифференциальными поправками пользователей в больших регионах Земли.

Таблица 2.2 - Основные характеристики GPS и ГЛОНАСС

Характеристика	GPS	ГЛОНАСС
Количество навигационных спутников	24+3 (резервных)	24+3 (резервных)
Количество плоскостей орбит	6	3
Угол между плоскостями соседних орбит, град.	60	120
Наклон плоскости орбит к экватору, град.	55	64,8
Радиус орбит, км.	20145	19100
Период обращения спутников	12 час	11 час 15 мин
Технологии разделения каналов	Кодовая	Частотная
Несущие частоты, МГц. F1 F2	1575,42 1227,60	1602,56...1615,50 1246,44...1256,50
Навигационные сигналы: Стандартной точности Высокой точности	C/A–код P–код	C/A–код P–код
Частота последовательности импульсов в навигационных сигналах, МГц: C/A–код P–код	1,023 10,23	0,511 5,11
Режимы обслуживания	SPS, PPS	Единый
Системное время	UTC (USNO)	UTC (SU)
Опорная координатная система	WGS84	SGS90
Метод определения положения объекта	псевдодальномерный	Псевдодальномерный
Метод определения скорости объекта	Псевдорадiallyно-скоростной	Псевдорадiallyно-скоростной
Погрешности (95%) аппаратуры гражданских потребителей при определении: Плановых координат, м. Высоты, м Скорости, м/с	10 15 0,05	10 15 0,05

Наземные системы дифференциальной коррекции.

Признанным международным методом передачи дифференциальных поправок морским пользователям является применение местных станций радиовещания IALA. Они посылают незашифрованные поправки в диапазоне частот морской радионавигации на расстояниях до 500 км от местных станций.

Главными элементами такой GBAS являются:

- контрольно–корректирующая станция, осуществляющая измерение навигационных параметров и расчет дифференциальных поправок;
- линия передачи данных на базе радиопередатчиков радиомаячной службы;

– судовой приемник GNSS, включающий приемник дифференциальных поправок.

GBAS одновременно с выработкой дифпоправок решают задачу контроля целостности GNSS и доведения до потребителей его результатов.

Кроме станций радиовещания IALA, и AIS имеет возможность посылки дифференциальных поправок на бортовое оборудование с помощью стандартных передач (сообщение № 17). Благодаря использованию этого сообщения большее количество судов сможет точнее определять свою позицию.

Спутниковые системы дифференциальной коррекции SBAS поддерживают региональную дифференциальную коррекцию за счет использования дополнительных сообщений спутникового радиовещания. SBAS базируются на трех находящихся в эксплуатации системах: американской системе дифференциальной коррекции (WAAS), Европейской геостационарной службе навигационного покрытия (EGNOS) и японской многоспутниковой системе дифференциальной коррекции (MSAS). Индия разрабатывает похожую на WAAS и EGNOS систему GAGAN. Россия также рассматривает вариант дополнения к ГЛОНАСС, называемый СДКМ (система дифференциальной коррекции и мониторинга). Разработка этой системы находится в предварительной фазе.

Важную роль SBAS играют в контроле целостности и работоспособности навигационных спутников.

Точность определения места по СНС.

Типичная точность современных GPS-приёмников в горизонтальной плоскости составляет примерно 10 метров при хорошей видимости спутников. На территории США, Канады, Японии, КНР, Европейского Союза и Индии, где возможен прием поправок от спутниковых систем дифференциальной коррекции, погрешность в положении объекта может быть снижена до 1-2 метров. При использовании береговых контрольно–корректирующих станций для получения дифпоправок погрешности нахождения места растут с увеличением расстояния от станции и находятся в пределах 1-5 метров. Применение более сложных дифференциальных режимов, позволяет довести точность определения координат до 10 см.

Точность любой СНС существенно зависит от открытости пространства, от высоты над горизонтом используемых для определений места спутников.

Системы, входящие в GNSS, в настоящее время имеют один общий недостаток, состоящий в том, что все они подвержены влиянию случайных и преднамеренных помех. Поэтому уделяется должное внимание независимым от GNSS электронным системам определения места (таким как «eLogan») и другим позиционным датчикам как потенциальным компонентам е-Навигации.

2.3. Инерциальные системы

Инерциальные системы, или входящие в бортовую навигационную аппаратуру инерциальные измерительные модули (Inertial Motion Unit – IMU) позволяют определять положение судна без использования радионавигационных систем (рис. 2.12). Обычно термин IMU применяется для инерциальных измерителей параметров движений в шести степенях свободы. IMU позволяют измерять угловые скорости и ускорения, по которым определяется величина изменения координат и ряд других параметров движущегося судна. Примером IMU являются морские приборы: «MRU-5» (Motion reference unit) фирмы SIMRAD SEATEX, «LR-86» фирмы Litton, «S-108» фирмы SMC. Они включают в себя три волоконно-оптические гироскопа и три емкостных акселерометра. Для определений места предназначены IMU навигационного класса, которые пока не относятся к приборам малой стоимости. Перспективными для навигационных



Рис. 2.12. Гироскопы фирмы Litton

приложений являются дешевые миниатюрные IMU, включающие три кремниевых виброгироскопа и три кремниевых емкостных акселерометра. Точность информации этих датчиков приближается к точности приборов навигационного класса.

В торговом флоте инерциальные средства в основном предназначены для решения задачи определения места при отсутствии сигналов от GNSS. Следует отметить, что ни одно из доступных в настоящее время этих средств не способно поддерживать все уровни точности навигации в течение продолжительного выхода GNSS из строя. Для морских районов инерциальные приборы навигационного класса обеспечивают требуемую точность в течение одного часа после выхода GNSS из строя. Для прибрежных районов приемлемая точность поддерживается порядка 15 мин. Для фазы захода в порт точность до 10 метров может обеспечиваться только в течение 3,5 мин.

2.4. Интегрированные навигационные системы, ECDIS, интегрированные системы ходового мостика. Совмещенные системы РЛС–ECDIS

Интегрированные навигационные системы (Integrated Navigation System – INS) комплексно используют информацию нескольких навигационных датчиков. Комплексирование – это концепция комбинирования информации от нескольких источников с тем, чтобы находить более точные, более полные и более достоверные данные о ситуации, чем результаты, получаемые от этих источников в отдельности. Целью интегрированных навигационных систем является повышение безопасности мореплавания путем предоставления комплексных и дополнительных функций, чтобы избежать географических, транспортных и экологических опасностей.

Согласно определению ИМО выделяют три категории интегрированных навигационных систем, а именно:

- INS(A) предоставляет, как минимум, информацию о положении, скорости, курсе и времени. Каждый из этих параметров должен быть четко обозначен с указанием целостности;
- INS(B) автоматически, постоянно и наглядно показывает координаты судна, скорость и направление движения и, где это возможно, глубину по отношению к запланированному маршруту, а также известные и выявленные опасности;
- INS (C) обеспечивает средства для автоматического управления курсом, траекторией или скоростью и осуществляет мониторинг работы и состояния этих элементов управления.

В 2007 г. резолюцией MSC.252(83) Комитета по безопасности мореплавания ИМО были установлены международные эксплуатационные требования к INS (Performance Standards for Integrated Navigation Systems).

Они вступили в силу 1 января 2011г. Отметим только некоторые из этих требований.

Для INS должны быть доступны, по крайней мере, следующие датчики/источники информации: устройство электронного определения места, указатель курса, лаг, РЛС, картографическая база данных.

INS должна решать задачи: «Планирование маршрута», «Мониторинг плавания по маршруту», «Предупреждение столкновений», «Данные для управления судном», «Навигационный статус и отображение данных» и «Управление предупреждениями», включая соответствующие источники данных и дисплеи, объединенные в одну навигационную систему.

INS должна обладать способностью:

- производить оптимальное наложение радиолокационных видео данных на карту для показа навигационных объектов, ограничений и опасностей для своего судна, чтобы позволить их оценку при мониторинге движения;

- определять отклонения между заданными и фактически измеренными значениями глубин под килем и инициировать сигнализацию, если измеренные значения существенно меньше;

- в буквенно-цифровом виде отображать текущую широту, долготу, истинный курс, курс и скорость относительно грунта, скорость относительно воды, глубину под килем, скорость поворота ROT (измеренную либо полученную по изменению курса), AIS сообщения;

- если управление движением по маршруту интегрировано в INS, то должна быть возможность внести запланированный маршрут в память системы и обеспечить мониторинг его прохождения с отображением соответствующих маршруту и связанных с маневрированием данных.

Для ручного управления движением судна дисплей INS должен позволить отображать, по крайней мере, следующую информацию:

- запас глубины под килем (UKC) и профиль UKC;
- курс (COG) и скорость (SOG) относительно грунта, скорость относительно воды (STW);

- позицию судна;
- истинный курс (HDG) и скорость поворота (ROT);
- угол руля;
- данные пропульсивных установок;
- течение и дрейф, направление и скорость ветра (истинного или относительного по выбору оператора) если возможно;
- активированный режим управления курсом или скоростью;
- время и расстояние до перекладки руля для поворота на новый отрезок пути или время и расстояние до следующей путевой точки;
- сообщения по безопасности AIS, Navtex и бинарные сообщения AIS.

INS должна быть возможность инициации и мониторинга маневров «человек за бортом» и маневров по поиску и спасению (SAR и man-over-board режимы). В навигационных целях разрешен показ на карте другой, связанной с плаванием по маршруту, информации, например:

- сопровождаемых радиолокационных «целей» и «целей» AIS;
- AIS бинарных и относящихся к безопасности коротких сообщений;
- предупреждений NAVTEX;
- приливо-отливных данных и данные течений;
- данных о погоде;
- данных о ледовом покрытии.

INS должны предоставлять возможность электронного приема радиолокационных и визуальных пеленгов и расстояний для определения местоположения.

Мониторинг целостности является неотъемлемой функцией INS. В этих системах целостность информации проверяется путем сравнения данных, полученных от двух или более источников, если возможно. Целостность проверяется перед тем, как существенная информация отображается или

применяется. Информация сомнительной целостности должна быть четко отмечена INS и не использоваться для автоматических систем управления. Отметим, что под целостностью информации понимается ее свойство сохранять свою неизменность (структуру и содержание) при выполнении любой операции над ней, будь то передача, хранение или представление.

Интегрированная система ходового мостика (Integrated Bridge System – IBS) – это включающий в свой состав несколько систем программно–аппаратный комплекс, в котором применен системный подход к автоматизации процессов сбора, обработки, отображения информации, к выполнению функций навигации, управления судном, радиосвязи и обеспечения безопасности с целью достижения максимальной эффективности вахты на мостике квалифицированным персоналом.

Охарактеризуем этот вид систем на примере интегрированной системы ходового мостика нового поколения – «Synapsis Bridge Control» компании Raytheon Anschütz (рис. 2.13). Эта IBS стала первой в мире автоматизированной навигационной системой, официально признанной немецким классификационным обществом Germanischer Lloyd (GL) соответствующей требованиям стандарта IMO MSC.252(83) для интегрированных навигационных систем.

В центре интегрированной навигационной системы Synapsis Bridge Control находится монитор, позволяющий контролировать эффективность осуществления рейса и облегчать вахтенному офицеру принятие решений, благодаря совмещенному отображению на его дисплее навигационной информации с данными автоматической системы контроля двигателя и операций системы рулевого управления.



Рис. 2.13. Интегрированная мостиковая система
«Synapsis Bridge Control»

Контроль работы двигателя помогает сократить расход дорогостоящего топлива, оптимизировать планирование рейса. Компьютерная система сигнализации и предупреждений интегрирует данные в форме индикаторов качества со всех судовых датчиков и отображает их на коннинг дисплее. Все судовые датчики представлены в расширенном меню программы и могут быть выбраны или установлены по выбору в автоматическом или ручном режиме. В любом случае информация от основных судовых датчиков, отвечающих за безопасность мореплавания, компилируется автоматически и

поступает в распоряжение судоводителей и лоцманов на протяжении всего периода плавания. Это предусмотрено, в том числе, и для снижения нагрузки на вахтенных помощников. В адаптивном авторулевом IBS – the NautoPilot 5000, предусмотрена эффективная система «защиты от дурака». Этот авторулевой управляется при помощи цветного жидкокристаллического сенсорного экрана.

В системе «Synapsis Bridge Control» многофункциональные автоматизированные рабочие места предоставляют всю информацию для надежного, безопасного и легкого оперирования при решении задач судовождения. Автоматизированные рабочие места созданы так, чтобы объединить РЛС, ECDIS и Коннинг модуль в выбираемом владельцем судна виде, обеспечивая судоводителям эффективную помощь в выполнении их функций.

Synapsis радар является одним из наиболее чувствительных устройств для обнаружения и сопровождения «целей». Он обеспечивает надежную работу даже в тяжелых погодных условиях. Уникальная SeaScout функция избежания столкновений дает возможность отображать «no go» области непосредственно на экране радара. Активацией одной клавиши легко найти правильное изменение курса, чтобы избежать опасности. Эффективность несения вахты может быть дополнительно увеличена функцией РЛС– ECDIS, которая включает в себя картографическую информацию, чтобы указать, где судно находится по отношению к линии берега, к мелководью и к зонам разделения движения.

Synapsis ECDIS предоставляет всю необходимую информацию для планирования и мониторинга маршрутов. ECDIS имеет интеллектуальные функции, такие как автоматическое планирование маршрута, наложение данных погоды, пульт авторулевого для дистанционного управления по отображенной кривой линии, AIS операции, интеграция NAVTEX данных, сервис онлайн коррекции.

Отображение морской навигационной карты с наложенными данными погоды облегчает оптимизацию планирования маршрутов с учетом экономии топлива, безопасности, своевременного прибытия в порт и комфорта плавания. Обработанные параметры погоды включают направление и скорость среднего ветра, а также скорость его порывов, высоты волн, направление и период ветрового волнения и зыби, течения, давление и температуру воздуха, и другие параметры погодных условий.

Conning дисплей является централизованным устройством отображения данных для команды мостика. Сочетание различных инструментов и индикация данных, характеризующих процесс навигация и состояние энергетической установки на центральном дисплее, увеличивает знание обстановки даже в критических ситуациях маневрирования и докования, и предоставляет оператору эффективную помощь в принятии решений.

Устройство обладает рядом достоинств по сравнению с аналогами.

1) Полная информация на дисплее о процессе навигации и состоянии машины для повышения безопасности и упрощения несения вахты.

2) Отдельные режимы (формы) отображения для различных видов маневрирования, например: вождения по маршруту, докования, навигации, управления датчиками, презентации предупреждений.

3) Гибкость выбора индивидуальных конфигураций страниц дисплея;

4) Индикация данных о состоянии всех устройств и функций.

5) Автоматический и ручной выбор навигационных датчиков.

6) Регистрация данных (курс, угол руля, скорость поворота, глубина).

7) Возможность управления предупреждениями для навигационного оборудования;

8) Выносные дисплеи на крыльях мостика (например, для операций докования).

9) Помощь в снижении расходов на установку и обслуживание дополнительных устройств.

В системе используется система управления движением судна по курсу NautoSteer последнего поколения, которая может быть настроена на управление любым рулевым приводом. Она основана на технологии Can-bus, чтобы усовершенствовать операционную безопасность. Технологию Can-Bus можно сравнить со скоростной компьютерной сетью. Она идеально обеспечивает связь между двумя электронными компонентами. NautoSteer позволяет осуществлять мониторинг сбоев в рулевом управлении. Входящий в систему авторулевой (АР) NautoPilot 5000 основан на проверенных Anschütz алгоритмах управления рулем и предоставляет множество преимуществ. Большой графический дисплей этого АР обеспечивает наглядное представление информации. Все функции АР просты в использовании и подключаются с помощью клавиш и сенсорного экрана. Одной из особенностей авторулевого является эконом-режим для непрерывной, автоматической адаптации к текущему волнению моря и погоде без ручного изменения параметров АР. Уменьшение частоты и величины переключений руля в этом режиме приводит к снижению сопротивления движению судна и, соответственно, к уменьшению потерь в скорости и меньшему расходу топлива. Комбинация «АР – Synapsis ECDIS» одобрена как система вождения по маршруту категории В/С. Эта система обеспечивает прокладку по маршруту с высокой точностью.

Все рабочие станции системы «Synapsis Bridge Control» используют стандартизованный человеко-машинный интерфейс. Изменение цветовой палитры и освещения возможно как для всей системы, так и для одной рабочей станции. Широкоэкранные TFT мониторы увеличивают пространство для представления видео данных РЛС, карт и меню, что позволяет обеспечить четкое расположение всех функций управления и индикации состояния.

2.5. Береговые радионавигационные системы (РНС) «Loran-C» («eLoran») и РНС «Чайка». Средства навигационного ограждения. Радиотехнические средства ограждения AIS – AtoN

2.5.1. Береговые радионавигационные системы (РНС) «Loran-C» («eLoran») и РНС «Чайка»

К береговым РНС относятся гиперболические системы дальней навигации «Loran-C» («eLoran») и российская РНС «Чайка».

РНС «Loran-C» и «Чайка». В настоящее время есть около 24 сетей «Loran-C» и «Чайка», которые используются во всем мире. Основные зоны покрытия включают Саудовскую Аравию, Китайское море, Корею, северо-запад Тихого океана, Россию и северо-западную Европу. Существующие сети «Loran-C» состоят из трех-пяти станций, расстояние между которыми составляет от 600 до 1000 морских миль. Дальность действия станций системы при использовании поверхностной радиоволны достигает 1200 - 1400 миль, при этом точность определения места составляет 0,05 – 1,5 мили. При использовании пространственных волн точность резко ухудшается.

РНС «eLoran» – это модификация системы «Loran-C». Костяк системы «eLoran» образуют (рис. 2.14) модернизированные центры управления, передающие станции и пункты контроля (мониторинга).

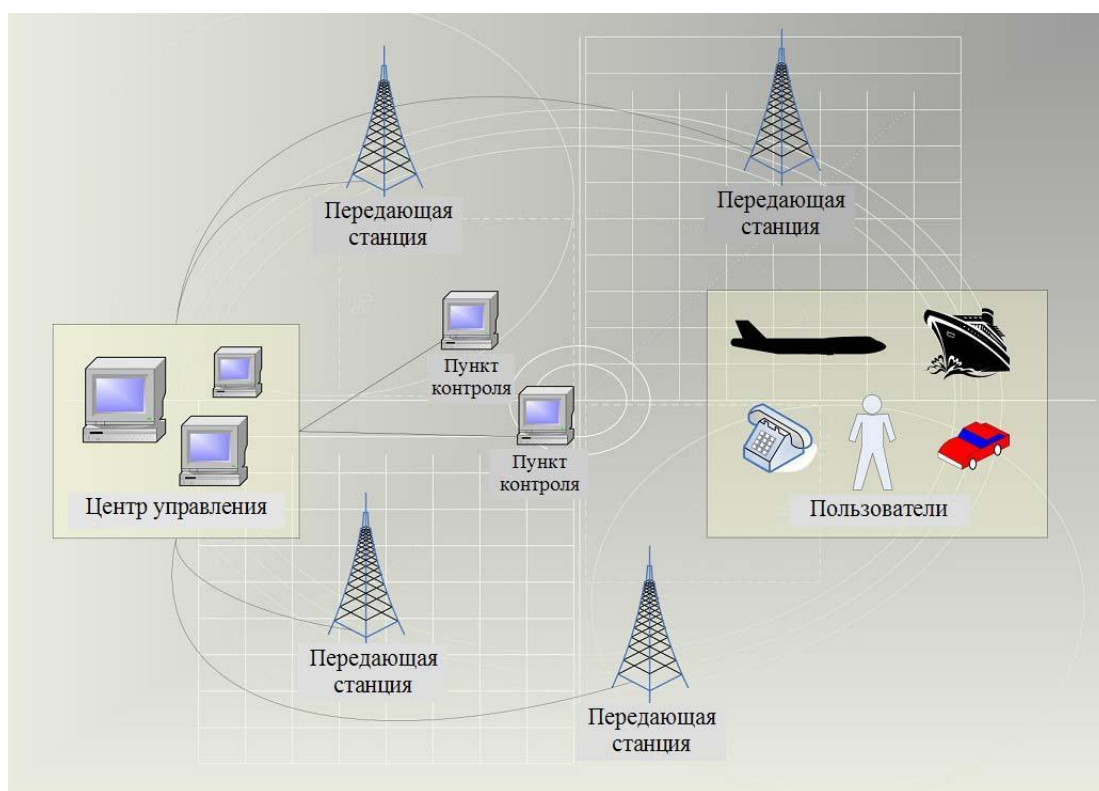


Рис. 2.14. Компоненты РНС «eLoran»

Международная ассоциация системы Loran (ILA) определила в 2007 г. РНС «eLoran» как стандартизированную международную службу, обеспечивающую позиционирование, навигацию и определение времени (positioning, navigation and timing – PNT) для широкого спектра применений.

Система способна поддерживать должный уровень обслуживания, удовлетворяя по точности, доступности, целостности, непрерывности информации и эксплуатационным требованиям следующие приложения:

- авиация в качестве неточного инструмента на подходах к аэродромам;
- вход в морские гавани и маневры судов в них в условиях нормальной и плохой видимости;
- прибрежная навигация;
- навигация наземных мобильных объектов;
- запросы локальных служб;
- пользователи данных о времени и частоте в сфере телекоммуникаций.

Как упомянуто выше, целью е-Навигации является повышения точности, надежности судовождения, безопасности и защиты морской среды, а также потенциальное снижение расходов. Чтобы услуги е-Навигации были доступными и обеспечивали в полном объеме выполнение ее цели, требуются данные о положении и времени исключительно высокой точности и надежности. Такая информация будет поступать в основном от GNSS. Но GNSS в одиночку не может гарантировать требуемую доступность и надежность информации. Комбинация GNSS и РНС «eLoran» позволит достичь это. Эти две работающие независимо друг от друга системы способны обеспечивать единый объединенный поток выходных данных.

Таким образом, РНС «eLoran» – это ключ, который позволит получить полный спектр выгод от е-Навигации и поддержать безопасность через избыточность данных. Достигнутая цель может также привести к сокращению числа традиционных средств навигационного ограждения (огней, буюв, бакенов, ...) с потенциально существенным снижением издержек на них.

Выбор РНС «eLoran» в качестве системы резервирования GPS определен следующими факторами:

- принципиальным различием систем по частотному диапазону, формату и виду модуляции сигнала, мощности излучения, что практически сводит к нулю риск одновременного отказа обеих систем;
- более высокой помехоустойчивостью в отношении естественных и преднамеренно создаваемых помех;
- возможностью удовлетворения требований к неточному подходу самолетов к аэропорту и входу судов в гавани и маневрирование в них;
- лучшими условиями приема сигналов в лесу, горных ущельях, в городских «каньонах», тоннелях и закрытых помещениях.

Основные отличия системы «eLoran» от «Loran-C». На наземных станциях и контрольных пунктах РНС «eLoran» осуществляется:

- привязка моментов излучения (TOT-Time of Transmission) каждой наземной станции к шкале времени UTC;
- долговременная синхронизация со шкалой UTC с использованием, по крайней мере, одного не зависящего от GPS средства;
- управление временем излучения;
- непрерывная фазовая подстройка для коррекции погрешности синхронизации станций;
- выключение передатчика наземной станции в случае выхода параметров излучаемого сигнала за допустимые пределы;
- дистанционный контроль и управление наземной станцией.

Модернизация аппаратуры наземных станций РНС «Loran-C» предусматривает:

- введение канала передачи дифференциальных поправок;
- увеличение количества цезиевых стандартов частоты на каждой станции с 2-х до 3-х;
- установку современных твердотельных передатчиков взамен устаревших ламповых передатчиков на всех наземных станциях;
- применение более совершенных источников бесперебойного электропитания и антенных коммутаторов;
- создание автоматизированной аппаратуры управления и синхронизации, позволяющей дистанционно контролировать и управлять работой станции;
- удовлетворение требований FAA, IMO, служб синхронизации сетей, наземных потребителей.

В системе «eLoran» реализуется мониторинг вторичного набега фазы и аппаратуры потребителей, который предусматривает:

- создание базы данных на вторичный дополнительный набег фазы (ASF – additional secondary factor) сигналов РНС «Loran-C», обеспечивающих необходимую точность для полета по маршруту и неточного подхода к аэропорту;
- создание базы данных на ASF вблизи морских портов и аэропортов, обеспечивающих необходимую точность для подхода и входа в порты;
- регулярное обновление баз данных;
- обеспечение работы бортовой аппаратуры в режиме all-in-view (по сигналам всех видимых станций);
- использование в бортовой аппаратуре поправок на распространение радиоволн;
- обеспечение демодуляции девятого, телекоммуникационного радиоимпульса навигационной пачки;
- использование магнитной антенны (H-field) для уменьшения влияния статических помех;

- повышение эффективности фильтрации шумов и узкополосных помех.

Поскольку сигналы РНС «eLoran» проходят над различными видами поверхности Земли, то могут быть небольшие задержки в их распространении, которые зависят от ряда факторов, среди которых различают основной, вторичный и дополнительный вторичный (ASF). Для достижения высокого уровня точности, необходимой для самолетов на подходах к аэродромам, для судов при входе в гавань и при маневрах в них, и для получения точного времени, эти задержки распространения радиоволн должны быть скорректированы.

Задержка от основного фактора вызвана различием между распространением сигнала в атмосфере Земли и в свободном пространстве. Задержка от вторичного фактора зависит от особенностей распространения сигнала над морской поверхностью. Значения первой и второй задержек получается в бортовом приемнике путем моделирования. Задержка от дополнительного вторичного фактора вызвана отличием распространения сигнала по поверхности Земли и над возвышенной местностью по сравнению с распространением сигнала над морской поверхностью. Для учета влияния этого фактора морской поставщик услуг РНС «eLoran» публикует карты с сеткой поправок для каждого передатчика. Бортовые приемники РНС «eLoran» должны хранить и использовать эти поправки для обеспечения максимальной точности и целостности решений.

Принципиальным различием между передаваемыми сигналами РНС «eLoran» и традиционной РНС «Loran-C» является добавление канала передачи данных. По этому каналу на приемник пользователя по протоколу передачи Loran-данных посылаются корректуры, предупреждения, информация о целостности сигнала. Передаваемые данные не являются необходимыми для всех приложений, но должны включать в себя как минимум:

- данные для идентификации станции, альманах передач РНС «eLoran» и дифференциальные поправки для повышения точности определения места и времени;
- абсолютное время, привязанное к шкале UTC;
- время задержки между шкалами времени систем «eLoran» и UTC;
- предупреждения об аномалиях условий распространения радиоволн, в том числе о слишком малом запаздывании пространственных радиоволн;
- информацию об отказах передающей аппаратуры, направленную на обеспечение максимальной целостности и надежности системы;
- сообщения, позволяющие подтверждать подлинность сигнала РНС «eLoran» и предназначенные только для официальных пользователей, не связанных с навигацией;
- дифференциальные поправки к данным GNSS.

РНС «eLogan» независима от глобальных СНС, таких как GPS, ГЛОНАСС и «Галилео». Она позволит определять позицию и точное время мобильных объектов, даже если работа спутниковых служб будет нарушена. РНС «eLogan» по точности, доступности, целостности и непрерывности соответствует предъявляемым требованиям к навигации для океанских и прибрежных районов, для плавания по фарватерам и внутренним водным путям. РНС «eLogan» обеспечивает точность определения места 8 – 20 метров (95 % погрешность).

Передачи РНС «eLoran» синхронизированы с идентифицируемым сертифицированным источником UTC методом, полностью независимым от GNSS. Это позволяет поставщику услуг РНС «eLoran» оперировать на временной шкале, которая синхронизирована с временными шкалами GNSS, но работает независимо от них. Синхронизация с общим источником времени также позволяет приемникам использовать смесь сигналов РНС «eLoran» и спутниковых сигналов.

Схема обеспечения морских пользователей услугами системы «eLoran» показана на рис. 2.15.

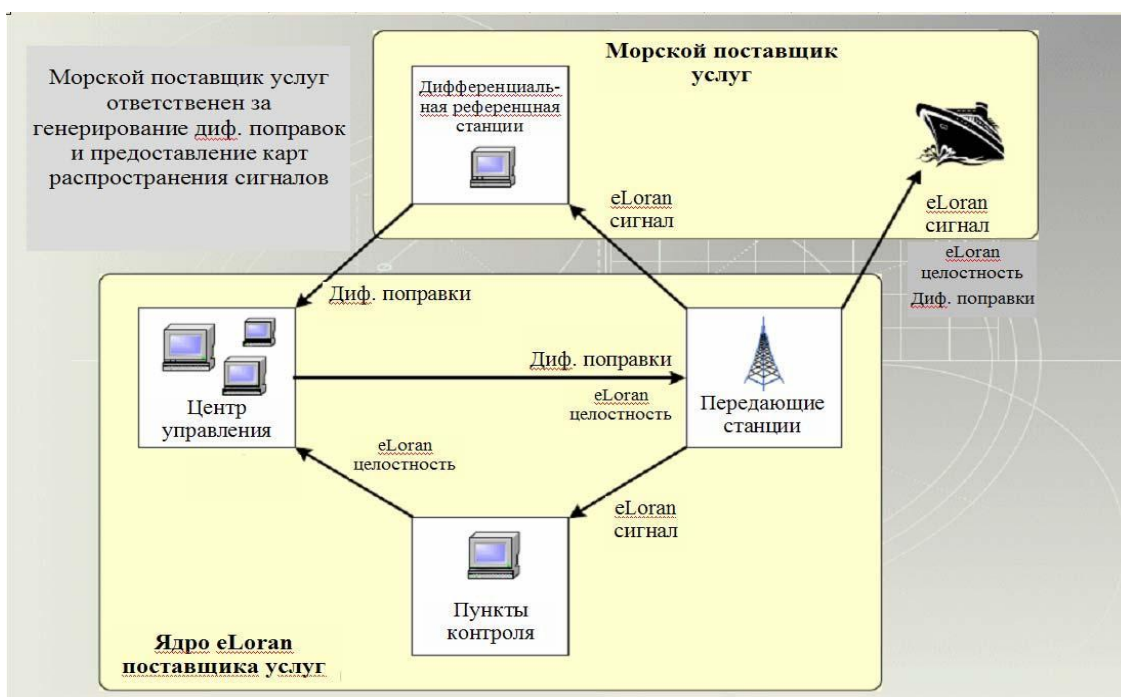


Рис. 2.15. Схема eLoran обеспечения морских пользователей

Передающие станции. В РНС «eLogan» используются современные твердотельные передатчики (SSX) и технологий управления. Они имеют источники бесперебойного питания (UPS), которые гарантируют, что любой сбой в подаче питания не прервет и не повлияет на передаваемый сигнал. Созданы системы контроля времени и частоты передатчика, они используют непрерывную фазовую коррекцию. В системах отсчета времени применяются несколько цезиевых часов, или альтернативные им, по крайней мере, равные

по качеству технологии. Передающие станции обеспечивают высокостабильный eLoran сигнал. Они являются автономными, необслуживаемыми, самоуправляемыми, с самостоятельной поддержкой. Пункты контроля и центры управления не влияют на управление синхронизацией передаваемого сигнала.

Структура сигнала РНС «eLoran»:

- частотный диапазон 90 – 110 кГц;
- импульсный сигнал на 100 кГц несущей частоте;
- группы из 8 импульсов по 1 мс расположенные в структуре TDMA;
- передача групп повторяется через интервал повторения группы (ИПГ);
- до 5 станций могут принять участие в том же самом ИПГ, чтобы сформировать цепь.

Центры управления. Передающие станции РНС «eLoran» работают в автоматическом режиме. В центрах управления системой достаточно персонала, чтобы по вызову оперативно реагировать на сбои и поддерживать высокий уровень доступности и непрерывности информации системы. Ремонтные работы тщательно планируются, чтобы свести к минимуму воздействие на функционирование системы станции, находящейся вне эфира. Пользователи получают о таких работах соответствующее уведомление через каналы связи. Безопасность сайтов центров управления РНС «eLoran» и ее систем связи поддерживается на высоком уровне, что отражает важность приложений, для которых используются передаваемые РНС сигналы.

Пункты контроля, референсные станции. Приемники, используемые на этих пунктах в eLoran зоне покрытия, контролируют сигналы РНС «eLoran» и предоставляют информацию в реальном времени в центр управления относительно прохождения сигналов. Пользователи немедленно уведомляются, если обнаруживаются какие-либо ненормальности. Некоторые пункты контроля будут использованы как справочные станции. Выбранные пункты также будут иметь, по крайней мере, одни очень точные часы для синхронизации UTC, чтобы предоставить корректировки времени и частоты пользователям этих данных. Референсные станции определяют дифференциальные поправки и передают их в центр управления. Сеть мониторинга будет создана для предоставления в реальном времени морским пользователям этих поправок.

Бортовая аппаратура. Приемник РНС «eLoran» каждого пользователя действует во всех регионах, где оказываются услуги этой системы. Эти приемники работают автоматически, требуя в отдельных случаях лишь ввода минимума данных пользователем. Бортовые приемники РНС «eLoran» работают в режиме всестороннего просмотра. То есть, они получают и отслеживают сигналы многих станций этой системы (также как приемники GNSS принимают и отслеживают сигналы всех спутников, находящихся над горизонтом) и используют их для повышения точности и надежности определений места и времени.

Бортовой приемник РНС «eLoran» способен к получению и расшифровке сообщений, передаваемых по каналу связи, и к применению этой информации, основываясь на особенностях области ее использования. Эта информация, вместе с корректурными поправками, предоставляет пользователю возможность точного решения задач PNT.

При использовании дифференциального режима РНС «eLoran» положение судна получается с учетом:

- измеренных eLoran расстояний;
- получаемых путем моделирования поправок на влияние главного и вторичного фактора;
- поправок с карты значений влияния на сигнал дополнительного вторичного фактора;
- поправок дифференциальной коррекции, приходящих от референсной станции и транслируемых передающей станцией.

Так как РНС «eLoran» использует мощные передатчики и низкочастотные сигналы (не микроватты и микроволны, как GNSS), то очень маловероятно, чтобы работа системы «eLoran» искажала сигналы GNSS. Это означает, что небольшие, недорогие, eLoran приемники, встроенные в бортовую аппаратуру GNSS, смогут смягчить последствия сбоев в GNSS. РНС «eLoran» нужна не только для поддержки определений места на случаи сбоев и выхода GNSS из строя, но и обеспечения в этих случаях работы AIS и синхронизации огней в гаванях.

Важное достоинство РНС «eLoran» – это eLoran-компас. Приемник этой системы с магнитной антенной (H-field), может использоваться как автоматический радиопеленгатор, определяющий курсовые углы и пеленга передающих станций. По ним в приемнике вычисляется курс судна с точностью до 1°.

2.5.2. Средства навигационного ограждения. Радиотехнические средства ограждения AIS – AtoN

Все средства навигационного ограждения (AtoN) можно классифицировать по различным признакам: по месту и способу установки, назначению, по дальности действия и техническому оснащению. В зависимости от назначения различают средства для определения места судна, обозначения фарватеров и рекомендованных курсов, обеспечения плавания в тумане, ограждения навигационных опасностей и специальных районов, опасных или запретных для плавания. По месту и способу установки AtoN делятся на береговые и плавучие, по дальности действия – на средства дальнего действия (маяки, радиомаяки, специальные радиотехнические средства) и средства ближнего действия (береговые знаки, буи, баканы, вехи). В зависимости от технического оснащения выделяют визуальные (освещаемые и неосвещаемые) и специальные (акустические, гидроакустические и радиотехнические) средства.

Возможность получения информации об AtoN без непосредственного участия человека имеют радиотехнические средства ограждения.

Радиолокационные навигационные знаки. Для увеличения дальности обнаружения с помощью РЛС навигационные знаки оборудуются радиолокационными отражателями, которые обычно подразделяются на пассивные и активные.

Пассивный отражатель представляет собой многогранную фигуру, обладающую способностью хорошо отражать сигналы судовой РЛС в том направлении, откуда они посланы. Наилучшей отражающей способностью обладают фигуры уголкового типа. Пассивные отражатели устанавливаются на береговых и плавучих навигационных знаках в виде насадок на вершине надстройки или сигнального щита. В настоящее время пассивными отражателями оборудуются преимущественно плавучие знаки – буи. Основными задачами использования отражателей является обнаружение средств навигационного ограждения на больших расстояниях и выявление AtoN в областях помех от дождя или от морских волн.

Радиолокационный маяк-ответчик представляет собой устройство, при поступлении на вход которого импульсов судовой РЛС излучаются ответные импульсы или их кодовое сочетание. Ответные сигналы воспроизводятся на экране РЛС судна, позволяя определить местоположение и принадлежность маяка. Сигналы маяка принимает бортовая РЛС в тот момент, когда ее антенна направлена на маяк. Радиолокационный маяк включается под действием сигналов бортовой РЛС и излучает кодированные сигналы, по которым определяются его направление и расстояние. Количество судов, способных использовать радиолокационный маяк-ответчик, фактически неограниченно.

Основным параметром, определяющим тип радиомаяка, является его характеристика излучения. Наиболее широко применяются следующие типы радиомаяков:

- кругового излучения (ненаправленные);
- створные;
- секторные;
- с вращающейся характеристикой направленности.

AIS в качестве средства навигационного оборудования. AIS – AtoN могут быть трех видов:

- реальный AIS-знак – физически существующий знак, оборудованный AIS;
- синтетический AIS-знак – это существующий физически знак, но касающееся его сообщение передается береговой станцией AIS;
- виртуальный AIS-знак физически не существует. Его местонахождение имитируется по сигналам береговой станции AIS.

Реальные AIS-знаки. При реализации такого знака на средство навигационного оборудования устанавливается особый тип AIS-станции. Ее

сообщения обеспечивает точную идентификацию этого средства ограждения. Кроме того, AIS в качестве средства ограждения может:

- предоставить, кроме идентификационной информации, данные по состоянию исправности AtoN;
- сообщать окружающим судам или береговым властям в режиме реального времени данные о высоте прилива и местных погодных условиях;
- передавать свои точные координаты;
- обеспечить с берега дистанционное переключение режимов работы, изменение характеристик, а также переход на резервное оборудование;
- предоставить местную гидрографическую, гидрологическую и метеорологическую информацию;
- заменить радиолокационные маяки ответчики, обеспечивая большую дальность обнаружения и идентификации в любых погодных условиях;
- собирать с судов, оборудованных AIS, данные по движению.

Возможно, в будущем средства AIS заменят радиолокационные маяки, обеспечивая большую дальность обнаружения и идентификации в любых погодных условиях.

Синтетические AIS-знаки. По практическим или экономическим причинам нередко нецелесообразно устанавливать AIS на AtoN. В этом случае можно использовать «синтетический» подход или виртуальные AIS. Существует два вида синтетических AIS-AtoN – «Отслеживаемые» и «Прогнозируемые».

Сообщение, касающееся отслеживаемого синтетического знака, передается в эфир береговой станцией AIS. Имеется также обратная связь между этим знаком и береговой станцией AIS для контроля его местоположения и состояния.

Сообщение, относящееся к прогнозируемому синтетическому AIS знаку, передается в эфир береговой станцией AIS, но обратной связи для контроля этого знака нет. Данный вид знаков не рекомендуется использовать в качестве плавучих средств навигационного ограждения.

Виртуальные AIS-знаки. Виртуальный AIS-знак физически не существует. Но он может отображаться оборудованием ECDIS на судах. В документах IALA показано, что использование виртуальных AIS-знаков является дополнительным мероприятием и не должно приводить к замене или снижению количества реальных средств навигационного ограждения. Виртуальные AIS-знаки рекомендуется применять для обозначения мест аварий судов, других временно возникших опасностей, для временных изменений на фарватере и т.п.

ГЛАВА 3. ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА e-НАВИГАЦИИ

3.1. Аспекты связи в e-Навигации. Судовое радиооборудование, береговые радиостанции

3.1.1. Ключевые аспекты связи в e-Навигации

e-Навигация должна обеспечить автоматизированные и стандартизированные функции сообщений для оптимальной коммуникации судна с судном, судна с берегом, между береговыми организациями. При коммуникации с судна на берег могут передаваться сообщения по безопасности и оперативная навигационная информация. С берега судовым пользователям могут посылаться сведения, имеющие отношение к безопасности и охране окружающей среды и т.д..... Сообщения насколько это возможно нужно автоматизировать или предварительно подготавливать как с точки зрения содержания, так и коммуникационных технологий. Обмен информацией должен быть согласован и упрощен для уменьшения числа требований к составлению сообщений. При решении телекоммуникационных задач необходимо обеспечивать защиту информации, учитывать юридические и коммерческие вопросы.

Список ключевых аспектов связи, касающихся как технических средств e-Навигации, так и содержания информации содержит:

- автономный прием и переключение режимов (то есть, минимальное участие оператора);
- общие форматы сообщений;
- робастность (достаточный уровень сигнала, устойчивость к помехам);
- надлежащая защита информации (например, шифрование, паролирование, электронная подпись);
- достаточная пропускная способность;
- возможность расширения функций;
- автоматическое генерирование сообщений;
- глобальное покрытие;
- использование одного языка (английского).

Другие языки могут допускаться только в качестве дополнительных.

3.1.2. Судовое радиооборудование

Для решения задач коммуникации в e-Навигации используются различные технические средства: судовое радиооборудование, береговые радиостанции, спутниковые системы связи.

Состав обязательного судового радиооборудования должен отвечать морскому району GMDSS. Он не определяется регистрацией вместимостью,

или водоизмещением, или типом судна. Различают следующие морские районы GMDSS:

A1 – район в пределах зоны действия береговой ОВЧ/УКВ радиостанции (20–30 миль), обеспечивающей постоянную возможность оповещения о бедствии с использованием цифрового избирательного вызова (ЦИВ);

A2 – район, за исключением морского района A1, в пределах зоны действия по крайней мере одной береговой ПВ/КВ радиостанции, обеспечивающей постоянную возможность оповещения о бедствии с использованием ЦИВ (100 – 150 миль);

A3 – район моря, за исключением районов A1 и A2, в пределах действия геостационарных спутников системы Инмарсат (примерно между широтами 700N и 700S);

A4 – оставшаяся часть Мирового океана (приполярные шапки). Примерный состав оборудования в зависимости от района плавания приведен в табл. 3.1, где обозначено: ЦИВ – цифровой избирательный вызов, РЛМО – радиолокационный маяк-ответчик, АРБ – аварийный радиобуй, РГВ – расширенный групповой вызов, УБПЧ – узкополосное буквопечатание.

Таблица 3.1 - Состав радиооборудования судна

№	Радиооборудование	A1	A2	A3	A4
1	УКВ-радиостанция	+	+	+	+
2	Приемник ЦИВ	+	+	+	+
3	Приемник НАВТЕКС	+	+	+	+
4	РЛМО (2 комплекта)	+	+	+	+
5	АРБ «КОСПАС–САРСАТ»	+	+	+	+
6	Портативные УКВ– радиостанции (3 компл.)	+	+	+	+
7	СЧ/ПВ–радиостанция с радиотелефоном, ЦИВ и УБПЧ		+	+	+
8	Станция «Инмарсат–С» с приемником РГБ		+	+	+
9	ПВ/КВ–радиостанция с радиотелефоном, ЦИВ и УБПЧ			+	+
10	ПВ/КВ–радиостанция для радиосообщений общего назначения			+	+

УКВ радиостанция обеспечивает радиотелефонную связь и цифровой избирательный вызов (ЦИВ) на расстояниях 20 – 30 морских миль. Эксплуатационные требования к судовым УКВ станциям радиотелефонной связи и ЦИВ, приведены в резолюции ИМО А.609(15).

Радиостанция ПВ служит для радиотелефонной связи и ЦИВ на расстояниях до 180 морских миль. Она работает на частотах в диапазоне 1600 – 4000 КГц и использует следующие виды излучения:

- J3E – режим однополостной телефонии с подавленной несущей;
- H3E – режим однополостной телефонии с полной несущей;
- F1B – режим ЦИВ;

– J2B – режим частотно–модулированной поднесущей, передача на одной боковой полосе с подавленной несущей.

Эксплуатационные требования к судовым ПВ установкам радиотелефонной связи и ЦИВ изложены в резолюции ИМО А.610(15).

Радиостанция ПВ/КВ обеспечивает радиотелефонную связь, узкополосное буквопечатание и цифровой избирательный вызов на больших расстояниях. Она работает на частотах в диапазоне 1605-27500 КГц. и использует такие же классы излучения, как ПВ радиоустановка. Эксплуатационные требования к судовым ПВ/КВ станциям радиотелефонной связи, узкополосным буквопечатающим и ЦИВ устройствам устанавливаются резолюцией ИМО А.613(15).

Приемник расширенного группового вызова предназначен для работы в режиме постоянного приема сообщений, связанных с безопасностью мореплавания:

- сигналов бедствия, ретранслируемых береговой станцией;
- сообщений, связанных с координацией поиска и спасения;
- навигационных и метеорологических предупреждений, прогнозов погоды, срочных сообщений.

Информация по безопасности на море в системе РГВ передается только на английском языке. Для того чтобы можно было принять районный групповой вызовы, предусматривается ручной или автоматический ввод координат судна и кода района.

При получении сигналов бедствия, поиска, спасения и срочности подается звуковая и световая сигнализация. Она отключается только вручную. В приемнике предусмотрена индикация о неправильной его настройке или отсутствии синхронизации. Эксплуатационные требования к аппаратуре расширенного группового вызова содержатся в резолюции ИМО А.664(16).

Приемник службы НАВТЕКС служит для приема в режиме узкополосного буквопечатания передаваемых международной автоматизированной службой НАВТЕКС навигационных, метеорологических предупреждений и срочной информации. Он работает на частоте 518 КГц. Эксплуатационные и технические характеристики системы НАВТЕКС приведены в резолюции МККР 540-1.

Приемник навигационной информации на КВ применяется для приема информации по безопасности на море:

- навигационных и метеорологических предупреждений;
- метеорологических прогнозов;
- срочных сообщений по безопасности.

Информация передается в режиме узкополосной буквопечатающей телеграфии с помехоустойчивым кодированием на частотах 4210,6314, 5416.5, 12879, 16806.5, 19680.5, 26100.5 КГц. При приеме сведений по поиску и спасению активируется аварийно–предупредительная сигнализация,

отключаемая только вручную. Эксплуатационные требования к КВ оборудованию узкополосной буквопечатающей телеграфии для приема информации по безопасности на море устанавливаются резолюцией ИМО А.700(17).

3.2. Спутниковые системы связи

В настоящее время спутниковая связь на море представлена несколькими технологиями. Основная из них – Инмарсат. Так же для этой цели используются системы Иридиум, Глобалстар, Thuraya, Сети VSAT (Very Small Aperture Terminal). Спутниковые системы связи сокращенно обозначим ССС.

Система Инмарсат создавалась специально для целей мореплавания. Ее космический сегмент состоит из 11 геостационарных спутников, а зона обслуживания включает районы от 75°N до 75°S. Полярные районы ССС

Инмарсат не покрывает. Предоставляемые услуги включают в себя обычную телефонную связь, передачу данных, посылку сигналов бедствия. Связь осуществляется с помощью специальных цифровых радиопередатчиков, называемых терминалами. Сигнал передается на один из спутников и затем ретранслируется на наземную станцию. Ранее ССС Инмарсат обслуживала преимущественно морской рынок. В настоящее время ее пользователями являются спасательные организации и министерства по чрезвычайным ситуациям, транспортные компании, авиалинии и органы управления воздушным движением, работники государственных и частных организаций т.д. Система поддерживает множество стандартов сети для авиации, судоходства, наземного транспорта и других служб: Инмарсат–А, Инмарсат–В, Инмарсат–М4, Инмарсат–С, Инмарсат–D/D+, Инмарсат мини–М, Инмарсат–Е, Инмарсат–М, Инмарсат Аеро–С, Инмарсат Аеро–Н, Инмарсат Аеро–I, Инмарсат Аеро–L, Инмарсат Аеро мини–М, Инмарсат–Fleet, Инмарсат–BGAN. Охарактеризуем некоторые из этих стандартов.

Инмарсат–А упразднен с 31.12.2007 г.

Инмарсат–Е с 01.12.2006 прекратил свою работу.

Инмарсат–В является цифровым аналогом стандарта Инмарсат–А. Он предоставляет услуги телефонии, факсимильной и телексной связи, а также режимы передачи данных.

Инмарсат–С используется ИМО. Его аппаратура обязательна к установке на всех океанских судах. Эта подсистема позволяет получать/передавать электронную почту (e-mail) через Интернет, а так же работать в нем. Приемопередатчик «Инмарсат–С» имеет встроенный приемник GPS, что в случае подачи сигнала бедствия через спутниковую систему, обеспечивает автоматическую передачу координат терпящего бедствие судна в Спасательно-координационный центр. В варианте Инмарсат мини–С интерфейсный блок объединен с антенной при сохранении ее

габаритов. Инмарсат мини-С работает в сети спутников 3-го поколения, обеспечивает двухстороннюю передачу коротких сообщений в режиме Store&Forward с помощью небольших терминалов.

Инмарсат-М предоставляет голосовые услуги и сервис по передаче факсов и данных. Он является предшественником Инмарсат мини-М. Инмарсат-М обеспечивает глобальную связь с помощью сравнительно недорогих и небольших по размеру терминалов. В Инмарсат-М используются цифровые методы передачи информации и направленная антенна. Отсутствие возможности посылки телексных сообщений является одним из серьезных недостатков этой подсистемы, что сдерживает применение ее станций на судах в качестве обязательного оборудования. Терминалы Инмарсат мини-М имеют меньшие размеры антенны и поэтому обеспечивают худшее качество телефонии меньшую скорость передачи данных в сравнении с Инмарсат-М.

Инмарсат-D+ является усовершенствованной системой спутниковой связи Инмарсат-D, которая в 1996 году впервые в мире предоставила услугу глобального пейджинга с односторонней передачей данных и коротких сообщений (до 138 символов) на спутниковые терминалы типа "пейджер". Инмарсат-D+ обеспечивает двустороннюю связь, т.е. передачу коротких сообщений с последующим подтверждением о получении посланной информации. Разработаны модели терминалов со встроенными приемником GPS и спутниковой антенной, что дает возможность использовать Инмарсат D+ в различных отраслях экономики. Оборудованный приемником GPS и спутниковой антенной терминал Инмарсат D+ является идеальным средством для передачи данных в системах спутникового мониторинга мобильных объектов.

Инмарсат-M4, называемый также GAN (Global Area Network), позволяет осуществлять высокоскоростную (64 кбит/сек, с возможностью увеличения скорости до 128 кбит/сек.) передачу компьютерных данных при наличии выбора режима работы: с коммутацией каналов; с коммутацией пакетов (MPDS или Mobile Packet data Service) . Стандарт M4 также предоставляет возможность аналогично стандарту мини-М организовать связь в обычном низкоскоростном режиме: голос, факс, данные со скоростью 4,8 и 2,4 кбит/сек соответственно. Терминалы стандарта Инмарсат M4 поддерживают голосовую связь со скоростью 64 кбит/с. Это дает возможность резко повысить качество связи и избежать задержек в передаче голоса, традиционной для всех спутниковых систем.

Инмарсат-Fleet является морским вариантом Инмарсат M4 и предоставляет те же самые услуги. Существуют 3 типа терминалов этого стандарта: Fleet 77, Fleet 55 и Fleet 33, что позволяет обеспечить потребности в связи судов разных классов с учетом районов их плавания. Цифры в названии терминала приблизительно соответствуют диаметру антенны (без учета радиопрозрачного покрытия): Fleet 77 – 77 см, Fleet 55 – 50 см, Fleet 33 – 30 см. При проектировании станций семейства Fleet заложена

возможность их работы с новыми спутниками четвертого поколения, в том числе, возможность выбора зональных лучей при настройке с использованием координат станции, определенных с помощью встроенного приемника GPS. Терминалы семейства Fleet, помимо стандартных услуг передачи данных, голоса и факса с низкой скоростью, могут быть применены:

- для доступа к услугам Интернет – Web, Email и т.д;
- доступа к специализированным системам E-mail (AMOS Mail, SUPER-HUB и т.д.);
- доступа к локальным сетям и серверам через VPN (передача больших файлов в режиме «точка–точка»);
- организации видеоконференций;
- телемедицины;
- передачи видеосюжетов в режиме накопления с последующей передачей.

Инмарсат-BGAN – широкополосная глобальная сеть (англ. Broadband Global Area Network), обеспечивающая высокоскоростную передачу данных (на скоростях до 492 кбит/с), высококачественную телефонную связь, а также прием/передачу факсимильных сообщений. Она работает в самой удаленной точке Земли, где нет ни стандартных телефонных сетей общего пользования, ни сотовой связи, делая коммуникации (доступ в интернет, телефонию, VPN-сети и др.) действительно глобальными. В зону действия сети включена практически вся территория земного шара.

Подсистема Инмарсат-С. Терминалы этой подсистемы обязательны к установке на всех океанских судах. Инмарсат-С представляет собой коммуникационную систему, которая позволяет передавать и получать данные с помощью небольших недорогих мобильных терминалов (MES – Mobile Earth Station). Эти терминалы (станции) могут быть установлены на мобильных объектах: судах, автомобилях или самолетах.

Через подсистему Инмарсат-С обеспечивается связь между MES и офисом назначения. В этой подсистеме используется четыре геостационарных спутника, «покрывающие» мировой океан между широтами 70° N и 70° S. Имеется два типа станций, которые представляют интерес для оператора мобильного терминала: координационные станции сети (NCS – Network Coordination Station) и береговые земные станции (LES – Land Earth Station).

Станции NCS регистрируют мобильные терминалы. Сети для каждого из четырех геостационарных спутников подсистемы Инмарсат-С имеют по одной координационной станции. Имена этих NCS соответствуют охватываемому спутником океану:

AORE – восточный регион Атлантического океана (Atlantic Ocean Region East);

AORW – западный регион Атлантического океана (Atlantic Ocean Region West);

IOR – регион Индийского океана (Indian Ocean Region); POR – регион Тихого океана (Pacific Ocean Region).

Перед использованием подсистемы Инмарсат-С станция MES должна быть зарегистрирована в NCS того региона, где соответствующий спутник видим с текущей позиции станции. Обычно эта процедура происходит автоматически, когда устройство включено.

Береговая земная станция передает данные к мобильному терминалу и от него. Когда MES зарегистрирована в NCS, для передачи данных доступны несколько береговых станций. Число таких LES может варьироваться и зависит от количества компаний-провайдеров, которые хотят предложить Инмарсат-С услуги. Кроме того, некоторые MES могут поставляться в конфигурации, которая может ограничивать число используемых береговых станций.

В основе подсистемы Инмарсат-С лежит цифровая технология. Она предполагает возможность передачи и принятия через подсистему любой информации в цифровой форме: текст, графика, видеоизображение, звук, речь и музыка и т.д. Мобильный терминал передает свои сообщения в виде пакетов данных (компьютерные файлы) через спутник на береговую станцию. LES доставляет эти сообщения на указанные адреса по береговым сетям. В обратном направлении передача сообщений осуществляется по схеме: «береговой абонент – LES – MES (либо группа MES)». Прямое соединение с абонентом в данной подсистеме невозможно. Время доставки сообщения составляет от 2 до 5 минут. Сообщения о бедствии от станции MES доставляются конечному адресату в течение минуты. Схема передачи данных через Инмарсат-С представлена на рис. 3.1.

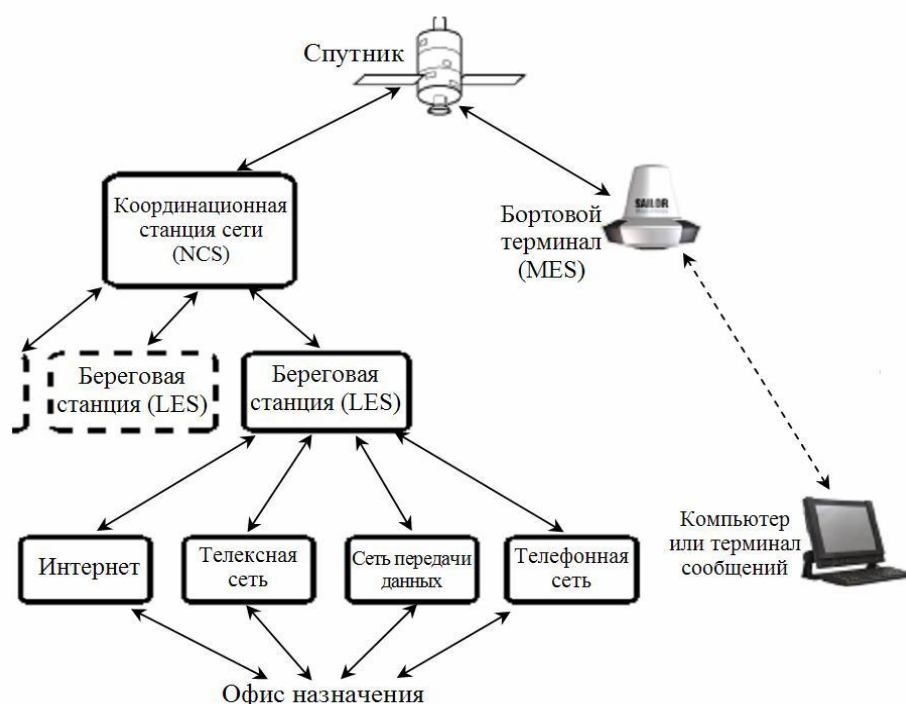


Рис. 3.1. Схема передачи данных через Инмарсат-С

Инмарсат-С является очень гибкой подсистемой связи. Она позволяет использовать на приемных и передающих концах линии различное оборудование. В настоящее время официально одобрено 69 моделей MES различных фирм.

Пользователи подсистемы Инмарсат-С нуждаются в получении от мобильных станций различного рода данных (координат местоположения, курс, скорость, расход топлива и т.д.). Для этого в MES предусмотрена возможность автоматической посылки информации через заданные промежутки времени (Data Reporting). Возможна и автоматическая передача этой информации по запросу берегового терминала (Polling);

Подсистема Инмарсат-С предлагает различные услуги, включая:

- двусторонний обмен сообщениями (передача в направлениях судно–берег, берег–судно и судно–судно в режиме с промежуточным хранением – Store and Forward);

- трансляцию данных для группы мобильных станций;
- сообщения о позиции от флотов мобильных единиц;
- избирательную систему, позволяющую оператору запросить данные от различных мобильных объектов;

- посылку сообщений на электронный ящик телефонной сети PSDN (Public Switched Telephone Network);

- отправку факсимильных сообщений (судно–берег);
- посылку расширенного группового вызова (EGC – Enhanced Group Call);

- передачу телексных сообщений;
- отправку и приём сигналов бедствия в экстремальных ситуациях, как на суше, так и на море.

В MES предусмотрена специальная возможность формирования и передачи в адрес СКЦ оповещения о бедствии, содержащего следующую информацию:

- идентификатор бедствующей станции;
- координаты места бедствия (или последние введенные координаты);
- характер бедствия (если он не вводился, то «UNSPECIFIED»).

В зависимости от ситуации, предусмотрено три способа передачи оповещения о бедствии:

- без ввода информации (при помощи нажатия одной кнопки);
- с вводом информации о характере бедствия;
- передача расширенного сообщения о бедствии.

Станции MES могут иметь специальные устройства и программное обеспечение для приема сообщений, адресованных одной конкретной станции либо группе станций (например, судам одной компании, или судам в определенном географическом районе). Названные сообщения могут содержать коммерческую информацию, касающуюся эксплуатации судна,

либо информацию по безопасности мореплавания. Передача таких сообщений на суда осуществляется по системе Расширенного группового вызова, которая является частью подсистемы Инмарсат-С.

Современная бортовая аппаратура Инмарсат-С включает:

- MES терминал (всенаправленная малогабаритная антенна, приемопередатчик со встроенным приемником GPS);
- мачтовое/леерное крепление;
- специальный компьютер (или терминал сообщений) и печатающее устройство.

3.3. Системы спутниковой связи Иридиум, Глобалстар, Thuraya, VSAT. Сеть IALA–NET

Некоторые терминалы имеют возможность использовать ГЛОНАСС/GPS навигационный приемник. В MES предусмотрены интерфейсы для датчиков навигационной информации, а также для подключения устройств формирования и отображения информации (персональный компьютер, терминал сообщений, принтер). Мини-С MES терминал имеет диаметр порядка 17 см, высоту – 15 см, и вес – 1 кг.

В компьютере (или в терминале сообщений) должно быть программное обеспечение easyMail. Когда оно установлено, можно отправлять и получать сообщения, производить мониторинг состояния бортовой системы и тестировать ее. Терминал сообщений имеет сенсорный интерфейс, но может также работать от подключенной клавиатуры.

Иридиум является первой всемирной спутниковой системой мобильной персональной связи на базе низкоорбитальных спутников. СССР

Иридиум – единственная система гражданской спутниковой связи, покрывающая 100 % поверхности Земли, включая полярные области. Она находится в эксплуатации с 1998 года и способна успешно обеспечивать связь с объектами, находящимися в самых отдаленных районах Земного шара, включая воздушное пространство, океанские зоны и многочисленные регионы, в которых в данный момент отсутствуют всякие системы связи.

Иридиум включает сеть из 66 спутников. Они находятся на шести близких к полярным орбитам (наклон к экватору 86,400, угол между плоскостями соседних орбит 300). Период обращения спутника вокруг Земли равен 100 мин. На каждой орбите находится 11 спутников. Высота орбиты в спутниковой сети Иридиум – 781 км (485 миль). Она самая маленькая среди других сетей спутниковой связи. Созвездие спутников гарантирует, что все районы земного шара будут покрыты непрерывно, по крайней мере, одним спутником.

Каждый спутник имеет перекрестные связи с двумя спутниками в своей орбитальной плоскости и двумя – в соседней плоскости. В сети реализован уникальный механизм межспутниковых связей, который используется для

передачи сигнала с одного спутника на другой без необходимости ретрансляции этого сигнала на Землю.

Наземный сегмент ССС Иридиум представлен сетевой координирующей станцией и станциями сопряжения. Координирующая станция управляет всей сетью ССС Иридиум и осуществляет ее непрерывный мониторинг. Станции сопряжения служат шлюзами между спутниковым сегментом и наземными телефонными сетями и сетями передачи данных. Через станции сопряжения проходят все звонки со спутниковых телефонов ССС Иридиум на наземные сети общего пользования. Помимо этого, на станции сопряжения присутствует и поддерживается база данных абонентов ССС Иридиум.

Среди типичных пользователей этой системы морское судоходство, авиация, нефтяная отрасль, государственные органы, а также ученые и путешественники. Пользовательский сегмент ССС Иридиум – это спутниковые телефоны и спутниковые пейджеры, посредством которых абонент получает доступ в сеть ССС Иридиум и пользуется ее услугами. Спутниковые телефоны ССС Иридиум работают в двух режимах – спутниковом и в сотовом GSM. Спутниковые пейджеры способны принимать сообщения в любой точке планеты.

Система Иридиум предоставляет набор стандартных телефонных услуг – голосовая связь, передача факсимильных сообщений и компьютерных данных. Охарактеризуем один из бортовых терминалов ССС Иридиум.

Спутниковый терминал второго поколения Iridium Pilot (рис. 3.2) компании Iridium, разработан для установки на судах. Он обеспечивает одновременно до трех независимых абонентских телефонных линий и постоянное подключение к сети передачи данных (Интернет) со скоростью до 134 кбит/сек. Терминал Iridium Pilot регистрируется в сети Иридиум с использованием SIM карт. Для SIM карты пользователя Iridium Pilot активируется необходимое количество телефонных линий (от 0 до 3), а также устанавливаются требуемые параметры подключения к сети передачи данных (максимальная скорость передачи, динамический/фиксированный IP, правила фильтрации IP трафика).



Рис. 3.2. Аппаратура, входящая в Iridium Pilot

Iridium Pilot состоит из всенаправленной наружной антенны, не содержащей движущихся частей и не требующей стабилизационной платформы, и внутреннего электронного блока терминала, оснащенного разъемами для подключения телефонного и сетевого оборудования (аналоговые телефоны, персональные компьютеры).

Особенности Iridium Pilot:

- совместим с новым поколением спутниковой группировки Iridium NEXT;
- зоной действия является вся поверхность земного шара, включая полярные области;
- всенаправленная антенна;
- три независимые телефонные линии;
- слот для SIM карты;
- настройка параметров и управление терминалом через Веб-интерфейс.

Глобалстар – группировка из низкоорбитальных спутников, предназначенная для обеспечения работы спутниковых телефонов и низкоскоростной передачи данных. По своей структуре и функциям она сходна с системой Иридиум. Система Глобалстар предоставляет спутниковую связь высокого качества для своих абонентов с помощью 48 рабочих и 8 запасных низкоорбитальных спутников, находящихся на высоте 1410 км. (876 миль) от поверхности Земли. Система обеспечивает покрытие поверхности земного шара между широтами от 70°N до 70°S с расширением до 74° . По отношению к ССС Иридиум Глобалстар является конкурирующей системой.

Основные услуги, предоставляемые системой Глобалстар:

- подвижная и стационарная телефония;
- передача данных;
- факсимильная связь;
- передача и прием коротких сообщений;
- глобальный роуминг;
- голосовая почта;
- вызов аварийных служб;
- определение местоположения объекта;
- услуги типа «OmniTracs».

Морской VSAT – это технология спутниковой связи, применяемая на водном транспорте для организации широкополосного канала связи между судном и берегом. Основные потребители технологии морского VSAT:

- морской коммерческий флот;
- военно-морской флот;
- рыбодобывающий флот;
- маломерный флот;
- флот внутренних водных путей;

– государственные учреждения и др.

Мировая практика уже показала востребованность технологий широкополосного доступа на флоте. Причины этого понятны: широкополосные системы связи – важный стратегический инструмент в обеспечении достаточного уровня работы экипажа и в повышении эффективности работы судов.

На морском флоте нашли применение системы VSAT С- и Ku-диапазонов. Анализ конструктивных и технологических отличий систем Ku- и С-диапазонов позволил отдать предпочтение Ku-системам. По сравнению с системами С-диапазона бортовая аппаратура этих систем меньше по габаритам, вследствие чего она имеет меньшую стоимость и более простой вариант установки. Разумные размеры антенны позволяют применять терминалы Ku-систем как на морских судах, так и на крупных яхтах. Ku-системы обеспечивают обмен данными со скоростью до 4 Мб/с.

Система VSAT имеет определенные преимущества перед традиционно используемыми на флоте системами Инмарсат, Иридиум, Глобалстар. Они, как правило, ограничены в пропускной способности спутникового канала, даже не смотря на то, что последние модели этих систем, например Инмарсат FleetBroadband 500, способны обеспечить скорости близкие к широкополосным. В Инмарсат FleetBroadband 500 скорость обмена данными составляет порядка 432 Кб/с.

В настоящее время на судах мирового флота установлено порядка 35000 широкополосных терминалов, причем 70 % из них приходится на Ku-диапазон, и 30 % – на С-диапазон. В будущем процент терминалов Ku-диапазона будет увеличиваться.

VSAT – это станция спутниковой связи, предназначенная, главным образом, для надежного обмена данными по спутниковым каналам. Она не требует обслуживания и подключается напрямую к терминальному оборудованию пользователя, исполняя роль беспроводного модема.

Сети VSAT строятся на базе геостационарных спутников–ретрансляторов. Это позволяет максимально упрощать конструкцию абонентских терминалов и снабжать их простыми фиксированными антеннами без системы слежения за спутником. Спутник принимает сигнал от земной станции, усиливает его и направляет назад на Землю. По сравнению с другими системами сети VSAT имеют ряд преимуществ.

Важное достоинство систем VSAT – предоставление широкополосного доступа к сети Интернет на судах. Возможность организации широкополосного спутникового канала на судне позволяет внедрить ряд новых услуг, ранее недоступных вследствие отсутствия дешёвого канала передачи данных. Такими сервисами могут быть единая информационная среда между судоходной компанией, береговыми службами и судами флота, онлайн-консультации, дополнительные средства связи для экипажа и пассажиров, видеоконференц-связь, электронная цифровая подпись,

дистанционное управление, мониторинг судовых параметров с берега, телеметрия и видео наблюдение за судовыми процессами и другое.

Гибридные системы. Нередко для дополнительного резервирования несколько систем связи объединяют в одну, так называемую, гибридную систему. В её состав могут входить сразу три независимые спутниковые системы связи с различными функциональными и ценовыми характеристиками: морской VSAT, Инмарсат, Иридиум. В случае, когда судно находится в зоне действия VSAT-системы, она используется как основная, предоставляя доступ к сети всему экипажу. В случае выхода судна из зоны действия этой системы, специальный блок управления переключает сеть на систему Инмарсат или Иридиум и ограничивает доступ к сети не приоритетным пользователям, оставляя возможность обмена данными с берегом высшему командному составу.

Сеть IALA-NET. Для передачи морских данных IALA создана глобальная межправительственная сеть – IALA-NET. Она является многосторонней и способствует обмену морской информации между компетентными органами. Предполагается расширение содержимого и возможностей IALA-NET с нынешних данных AIS до данных е-Навигации. Цель состоит в том, чтобы IALA-NET обеспечивала рост дополнительных видов обслуживания, таких как глобальное слежение за судами, оценка рисков, анализ морских инцидентов и потенциальных происшествий на основании проходимых через нее данных.

3.4. Автоматическая идентификационная система

3.4.1. Введение

Важными составными частями е-Навигации являются системы идентификации и отслеживания движения судов – AIS и LRIT.

Автоматическая идентификационная система (AIS) подробно освещена во многих литературных источниках, поэтому охарактеризуем ее кратко. AIS является техническим средством судовождения, использующим взаимный обмен информацией между судами, между судном и берегом, а также между навигационным средством ограждения и судном (или береговой станцией), с целью:

- опознавания судов;
- решения задач по предупреждению столкновений;
- контроля соблюдения режима плавания и мониторинга судов в море;
- улучшения характеристик навигационного ограждения.

3.4.2. Международные требования

В соответствии с требованиями новой главы 5 «Навигационная безопасность» Конвенции по охране человеческой жизни на море 1974 года

(Конвенция СОЛАС–74) АИС необходимо устанавливать на судах поэтапно, начиная с 1 июля 2002 года.

Требования Конвенции СОЛАС–74 с поправками по оснащению судов аппаратурой АИС сведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2 - Сроки оборудования судов аппаратурой АИС

Суда, совершающие международные рейсы		
Тип судна	Тоннаж, б.р.т	Сроки
Все новые суда	>300	с 01.07.2002 года
Существующие пассажирские	все суда	до 01.07.2003 года
Существующие танкеры	все суда	до первого освидетельствования после 01.07.2003 года
Существующие суда	>50000	до 01.07.2004 года
Существующие суда	300...50000	до 01.01.2005 года
Суда, не совершающие международные рейсы		
Все новые суда	>500	с 01.07.2002 года
Существующие суда	>500	до 01.07.2008 года

В соответствии с требованиями Международной конвенции СОЛАС74 об обеспечении глобального мониторинга судов в целях безопасности мореплавания и борьбы с незаконными актами против судоходства и портов с 2008 г. введена в действие система дальней идентификации и слежения за судами (LRIT – Long Range Identification and Tracking). Для выполнения этой системой своих функций на судах устанавливается соответствующая аппаратура, основанная на взаимодействии с GNSS, и создаются национальные, региональные и глобальные центры сбора и обработки поступающей с судов информации. Внедрение системы LRIT позволит государственным органам участвующих стран (стороны конвенции СОЛАС-74) получать информацию о движении судов, независимо от их принадлежности. Реализация системы дальней идентификации и слежения за судами накладывает определенные обязательства на эти государства, связанные с обеспечением организационных и финансовых мероприятий.

Система LRIT, как и система AIS, обеспечивает выполнение функций идентификации и слежения за судами. Но AIS является широкоэшелонной УКВ системой ближней связи. LRIT – система дальнего действия. Она обеспечивает адресную передачу данных. В отличие от AIS, данные LRIT доступны только пользователям, которые наделены правом получать такую информацию. LRIT сигналы зашифрованы таким образом, что они не могут быть прочитаны посторонними лицами.

3.4.3. Общий принцип функционирования АИС

Общий принцип действия АИС поясняется на рис. 3.3. Суда, оборудованные аппаратурой АИС, находясь в открытом море или в прибрежных районах, автоматически и регулярно передают в диапазоне УКВ морской подвижной радиослужбы стандартные сообщения, содержащие информацию о судне, его координатах, курсе, опасном грузе на борту, порте назначения, времени прибытия и другие данные.

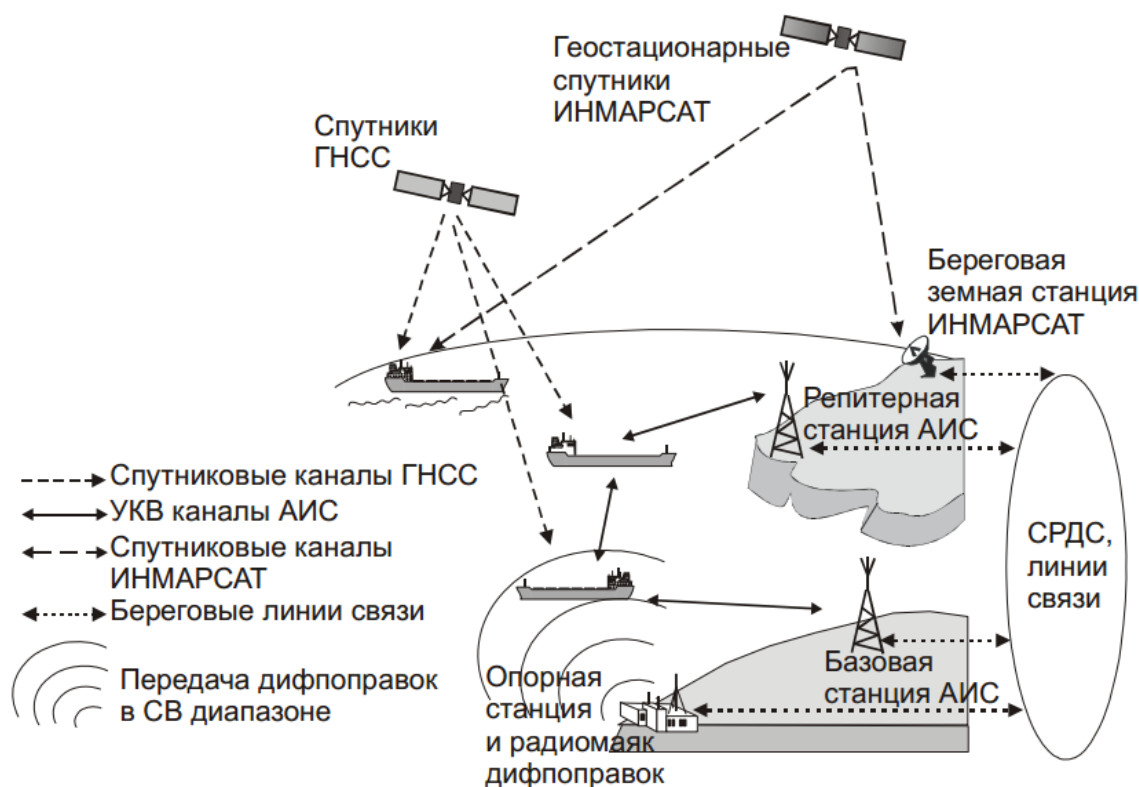


Рис. 3.3. Общий принцип функционирования АИС

Одновременно каждым судном, оборудованным АИС, принимается аналогичная информация от других судов, находящихся в радиусе действия, ограниченном распространением радиоволн УКВ диапазона (20 – 30 морских миль). Принятая информация автоматически обрабатывается и отображается на судовом навигационном дисплее. Синхронизация работы всех станций АИС, как судовых, так и береговых обеспечивается глобальной навигационной спутниковой системой. По сигналам ГНСС в судовых навигационных приемниках рассчитываются текущие координаты судна и вектор скорости.

В прибрежных районах, где установлены базовые станции АИС, информация, передаваемая судами, принимается базовыми станциями и поступает в распоряжение береговых служб (СРДС, системы судовых сообщений, службы поиска и спасения, службы экологического контроля и

ликвидации последствий загрязнения, пограничные и таможенные власти, различные портовые службы). Обычно, для получения целостной картины судоходства в контролируемом районе, базовые станции АИС объединяются в сети, позволяющие интегрировать информацию от отдельных базовых станций. Для расширения зоны действия базовой станции АИС могут устанавливаться так называемые репитерные станции АИС для расширения зоны действия береговой станции, например, при затеняющем береговом рельефе.

AIS работает на двух УКВ частотах: 161,975 МГц (AIS–1, канал 87) и 162,025 МГц (AIS–2, канал 88), выделенных Международным телекоммуникационным союзом. Станции AIS обмениваются данными с использованием самоорганизующейся с разделением времени и свободным доступом технологии SOTDMA (Self–Organized Time Division Multiple Access). Эта технология гарантирует надежный одновременный обмен данными многих судов. Дальность действия AIS в основном режиме работы зависит от высоты антенны и составляет порядка 20÷30 миль при нормальных условиях распространения радиоволн.

Бортовое оборудование AIS называется «универсальным транспондером».

Режимы работы. Аппаратура AIS может работать в режимах ближней и дальней радиосвязи.

Режимы ближней связи. При ближней связи основным является автономный, непрерывный» режим работы транспондера. Он в этом случае передает на двух УКВ частотах блоки информации через короткие интервалы времени. Представители компетентной власти в районе СУДС могут переключить бортовую аппаратуру AIS с «автономного» режима на один из следующих:

- «назначенный» режим» (Assigned mode), при котором интервал передачи различных блоков информации устанавливается дистанционно с берега;

- «режим «по запросу» (Polled mode), когда данные передаются бортовой AIS только в ответ на запрос с берега или от другого судна.

Аппаратура AIS позволяют контролировать и отслеживать суда с судов оборудованных соответствующим образом береговых станций. Задача AIS заключается в точной идентификации судов и в предоставлении дополнительной информации для оказания содействия в предупреждении столкновений и при решении других задач. Транспондер AIS дополняет РЛС другие судовые средства наблюдения. Одной из главных функций бортовой аппаратуры AIS является предупреждение столкновений судов.

Для находящегося в эксплуатации судна бортовая аппаратура AIS должна быть в рабочем состоянии, за исключением случаев, когда она по соображениям безопасности выключается по приказу капитана с записью в судовом журнале. Как только угроза исчезает, транспондер должен быть

включен. Порядок использования AIS судами, находящимися у причалов порта, определяется местными правилами.

Режим дальней связи. Предусмотрена передача данных AIS через станцию спутниковой связи на большие расстояния. Этот режим применяют для мониторинга, контроля соблюдения правил плавания и для управления судами в эксклюзивных акваториях прибрежных государств.

Информация, предоставляемая по линии AIS. Процедуры обмена информацией по каналу AIS жестко регламентированы в Рекомендациях ITU-R М.1371-1. Для передачи и приема информации станциями AIS предусмотрено 22 вида сообщений.

Информация, посылаемая AIS-транспондером в автономном непрерывном режиме, включает:

- данные о судне;
- сведения о рейсе;
- короткие сообщения.

Информация о судне делится на статическую и динамическую.

Статическая информация содержит:

- MMSI номер (Maritime Mobile Service Identity number);
- IMO номер (если он имеется);
- Позывной сигнал и название;
- Длину и ширину;
- Тип судна;

Расстояния от носа, кормы и кромки правого и левого бортов судна антенны аппаратуры позиционной системы.

Статические данные вводятся при установке оборудования AIS.

Динамическая информация – это сведения о положении, элементах движения, навигационном статусе судна.

Информация о навигационном статусе вводится в память системы вручную. Данные об элементах движения судна поступают в AIS автоматически от соответствующих датчиков (внешнего приемника GPS, гироскопа, лага, указателя угловой скорости, датчиков крена и параметров качки). Координаты места судна от внешнего приемника GPS принимаются в геодезической системе WGS84 с разрешением, не хуже одной десятитысячной минуты дуги.

Динамическая информация включает:

- координаты судна с указанием их точности (высокая или низкая);
- время UTC, которому соответствуют значения передаваемых данных;
- курс относительно грунта (путевой угол);
- скорость относительно грунта (путевая скорость);
- истинный курс (направление диаметральной плоскости судна);
- навигационное состояние судна;
- скорость поворота (где возможно);
- угол крена (если возможно);

- угол килевой и бортовой качки (если возможно).

Информация, связанная с рейсом содержит значение осадки судна, сведения о наличии опасного груза и его тип. По усмотрению капитана в эту информацию может включаться порт назначения судна, ожидаемое время прибытия в него и план перехода (координаты путевых точек).

Интервалы передачи информации. В основном режиме работы бортовая аппаратура AIS передает данные с разной частотой.

Статические сведения о судне посылаются каждые 6 минут и по требованию.

Интервал передачи динамической информации зависит от скорости судна, сохранения или изменения им курса (табл. 3.3). Такая адаптация к динамике судна позволяет в максимальной степени отследить перемещение и все маневры судна и, в то же время, не перегружать эфир излишней информацией при медленном перемещении судна.

Связанные с рейсом сведения посылаются с периодом 6 минут, при изменении этих данных и по запросу.

Статическая и рейсовая информация входят в сообщение вида № 5 «Статические данные о судне, информация о рейсе». Динамические данные передаются в «Сообщении о местоположении» № 1.

Таблица 3.3 - Интервал передачи динамических данных

Состояние судна	Интервал между сообщениями
Судно на якоре	3 минуты
Скорость 0–14 узлов	12 секунд
Скорость 0–14 узлов и меняющийся курс	4 секунды
Скорость 14–23 узла	6 секунд
Скорость 14–23 узла и меняющийся курс	2 секунды
Скорость более 23 узлов	3 секунды
Скорость более 23 узлов и меняющийся курс	2 секунды

Короткие сообщения. Кроме регулярно передаваемой статической, рейсовой и динамической информации, в бортовой аппаратуре AIS предусмотрена возможность посылки, при возникновении необходимости, эпизодических (нерегулярных) сообщений:

- текстовых, связанных с безопасностью мореплавания;
- бинарных, включающих дополнительные данные.

Передачи этих сообщений можно осуществлять в широковещательном режиме (т.е. всем станциям) или в адрес конкретной станции. Последние требуют от получателя подтверждения их принятия.

Короткие сообщения могут использоваться с целью:

- извещения других судов и береговых станций об определенных событиях;
- передачи береговыми станциями на суда информации об опасностях и рекомендаций при оказании навигационной помощи;
- предоставления информации в режиме дальней связи;
- усовершенствования лоцманского обеспечения и портового управления;
- уменьшения объема связи по УКВ.

Следует отметить, что короткие сообщения не предназначены для дублирования информации таких служб как GMDSS, SAR, прогнозов погоды, и не освобождают от необходимости соблюдения МППСС-72.

Согласно СОЛАС-74 (глава V, правило 19, пункт 2.4) AIS должна предоставлять и получать информацию от специально оборудованных береговых станций для обеспечения реализации всех преимуществ системы с точки зрения безопасности судоходства и защиты окружающей среды. В настоящее время аппаратура AIS применяется практически во всех службах управления движением судов (VTS). Информация по использованию AIS в работе VTS содержится в разделах 1015-1027 руководства IALA по VTS.

Наличие на VTS и других центрах полной информации по судам обеспечивает механизм для:

- лучшего контроля соблюдения национальных и международных правил для обязательных систем определения маршрутов и отчетности, особо уязвимых морских районов, выгрузки нефти, утилизации отходов и т.д.;
- морских логистических систем, таких как управление флотом, отслеживание грузов и управление портовыми объектами (движение лоцманских судов, буксиров и т.д.);
- лучшего контроля, координации и реагирования в случае морских инцидентов, таких как поисково-спасательные операции и загрязнения;
- береговой навигационной помощи;
- передачи информации, полученной от AIS, в центральный архив местной, национальной или региональной сети, обслуживающей морскую администрацию, портовые власти, экспедиторов, грузчиков, таможенных работников, иммиграционные службы и т.д.

Средства навигационного ограждения и AIS.

Особый тип AIS станции, установленный на средство навигационного оборудования, обеспечивает точную идентификацию этого средства. Кроме того, AIS в качестве AtoN может предоставить информацию:

- по исправности AtoN (береговым службам);
- позицию плавучих средств (в основном, буев), скорректированную по DGNSS (окружающим судам и/или береговым властям);
- для удаленного управления с берега изменениями в параметрах AtoN или для переключения на резервное оборудование;

– о местных гидрологических (гидрографических) и метеорологических условиях (окружающим судам и/или береговым властям).

3.5. Система дальней идентификации и слежения за судами LRIT

В соответствии с требованием Международной конвенции СОЛАС-74 об обеспечении глобального мониторинга судов в целях безопасности мореплавания и борьбы с незаконными актами против судоходства и портов с 2008 г. вводится в действие система дальней идентификации и слежения за судами (LRIT – Long Range Identification and Tracking). Для выполнения этой системой своих функций на судах устанавливается соответствующая аппаратура, основанная на взаимодействии с GNSS, и создаются национальные, региональные и глобальные центры сбора и обработки поступающей с судов информации. Внедрение системы LRIT позволит государственным органам участвующих стран (стороны конвенции СОЛАС-74) получать информацию о движении судов, независимо от их принадлежности. Реализация системы дальней идентификации и слежения за судами накладывает определенные обязательства на эти государства, связанные с обеспечением организационных и финансовых мероприятий.

Система LRIT, как и система AIS, обеспечивает выполнение функций идентификации и слежения за судами. Но AIS является широкоэшелонной УКВ системой ближней связи. LRIT – система дальнего действия. Она обеспечивает адресную передачу данных. В отличие от AIS, данные LRIT доступны только пользователям, которые наделены правом получать такую информацию. LRIT сигналы зашифрованы таким образом, что они не могут быть прочитаны посторонними лицами.

3.5.1. Основное назначение системы LRIT

Основное назначение системы LRIT – глобальная идентификация судов и контроль их местоположения в мировом океане со стороны Договаривающихся правительств. Цель такой идентификации и контроля состоит в содействии выполнению государством флага, государством порта и прибрежным государством своих функций и обязательств по обеспечению безопасности судоходства, включая поиск и спасение терпящих бедствие судов и людей, защиту окружающей среды. LRIT также служит для оперативного заблаговременного оповещения соответствующих уполномоченных береговых служб в случае возникновения потенциальной террористической угрозы судну и его экипажу. Пользователями информации LRIT, посылаемой судами, являются:

- государство флага;
- государство порта;
- прибрежное государство;
- поисково-спасательные службы.

Государство флага может запросить информацию о местонахождении своих судов по всему миру.

Государство порта должно иметь возможность получить информацию о тех судах, которые следуют хотя бы в один из его портов, независимо от местонахождения или флага этих судов.

Прибрежное государство может потребовать информацию о судах независимо от их флага на расстоянии до 1000 морских миль от своего берега.

3.5.2. Правовые и технические аспекты LRIT

Всесторонне рассмотрены IMO, начиная с 2002 г. В мае 2006 г. на 81-й сессии Комитета IMO по безопасности на море был принят ряд основополагающих документов, регламентирующих внедрение LRIT:

- Резолюция MSC.202(81) – «Одобрение поправок к Международной Конвенции по охране человеческой жизни на море»;
- Резолюция MSC.210(81) – «Эксплуатационные и функциональные требования к системе дальней идентификации и слежения за судами»;
- Резолюция MSC.211(81) – «Меры по своевременному созданию системы дальней идентификации и слежения за судами».

В систему LRIT, согласно правилу 19 главы V конвенции СОЛАС–74, должны войти совершающие международные рейсы:

- пассажирские суда, в том числе высокоскоростные;
- грузовые суда, включая высокоскоростные, валовой вместимостью 300 брт и более;
- плавучие буровые установки.

3.5.3. Сроки оснащения судов аппаратурой LRIT

Суда, которые построены 31 декабря 2008 г. или после этой даты, должны быть оборудованы аппаратурой LRIT на этапе постройки, т.е. до сдачи их в эксплуатацию.

Суда, построенные до 31 декабря 2008 г. и предназначенные к плаванию в морских районах GMDSS A1 и A2 или A1, A2 и A3, необходимо снабдить бортовой аппаратурой LRIT не позднее первого освидетельствования радиооборудования после 31 декабря 2008 г.

Построенные до 31 декабря 2008 г. и предназначенные к плаванию в морских районах GMDSS A1, A2, A3 и A4 суда должны иметь бортовую аппаратуру LRIT не позднее первого освидетельствования радиооборудования после 1 июля 2009 г.

Суда, оборудованные аппаратурой AIS и предназначенные к плаванию исключительно в пределах морского района A1, освобождаются от оснащения оборудованием LRIT.

3.5.4. Основные эксплуатационные требования к системе LRIT

Отметим ряд требований (резолюция IMO MSC.210(81), предъявляемых к системе LRIT.

Информация системы должна быть доступна конечному пользователю в течение 15 мин после ее передачи судном (регулярные отчеты), а по запросу – в течение 30 мин после его посылки.

В прибрежных районах, необходимо обеспечивать автоматическую передачу судами следующей информации:

- идентификатор судна (не должно быть доступа к его изменению);
- широта и долгота судна в геодезической системе координат WGS84 (ввод координат должен осуществляться от встроенного в бортовую аппаратуру LRIT приемника GNSS);
- дата и всемирное координированное время определения координат судна.

Указанную информацию суда передают в выбранный Администрацией государства флага центр сбора данных (ЦСД) с интервалом в 6 ч (регулярные отчеты) или с меньшими интервалами, определенными запросом пользователя LRIT.

Судовая аппаратура должна быть способна принимать и автоматически выполнять команды управления информацией от ЦСД и отвечать на запросы этого центра на передачу LRIT сообщений. Кроме того, эта аппаратура должна быть способна дистанционно программироваться ЦСД на передачу информации через предварительно установленные интервалы времени, как минимум, от 15 мин до 6 часов.

Бортовая аппаратура должна обеспечиваться электропитанием от основного и резервного источников и соответствовать требованиям IEC 60945 об электромагнитной совместимости.

Следует иметь возможность выключения судового оборудования LRIT системы или прерывания передач ее информации в следующих случаях:

- если международными соглашениями, правилами или стандартами предусматривается защита навигационной информации;
- в исключительных обстоятельствах на возможно короткий промежуток времени, если, по мнению капитана судна, работа системы или оборудования подвергает риску навигационную или физическую безопасность судна.

В последнем случае капитан должен незамедлительно информировать Администрацию государства флага и сделать соответствующую запись в судовом журнале или в другом документе регистрации событий, связанных с судовождением, с указанием причин такого решения и периода времени, в течение которого система или оборудование были выключены.

3.5.5. Состав системы дальней идентификации и слежения за судами

Система LRIT состоит из судового передающего LRIT информацию оборудования; поставщика(ов) коммуникационных услуг; провайдер(ов) сервисных приложений; центра(ов) сбора данных, включающего соответствующую систему мониторинга судов (VMS); плана распределения данных и международного обмена LRIT данными (рис. 3.4)

LRIT бортовое оборудование передает информацию о позиции судна поставщику услуг связи (коммуникационному сервисному провайдеру). Оно включает:

- радиустановку, обеспечивающую автоматическую передачу информации LRIT, а также прием и выполнение команд управления передачей;
- Средства автоматического ввода текущих координат судна, даты и времени от приемника GNSS;
- средства отключения оборудования или прекращения передачи данных.

Радиустановка может быть выполнена в виде отдельного оборудования или являться частью одной из бортовых систем: радиосвязи, охранного оповещения, GMDSS. Судовая аппаратура обязательно включает встроенный приемник GNSS, обеспечивающий выдачу координат судна, даты и времени.

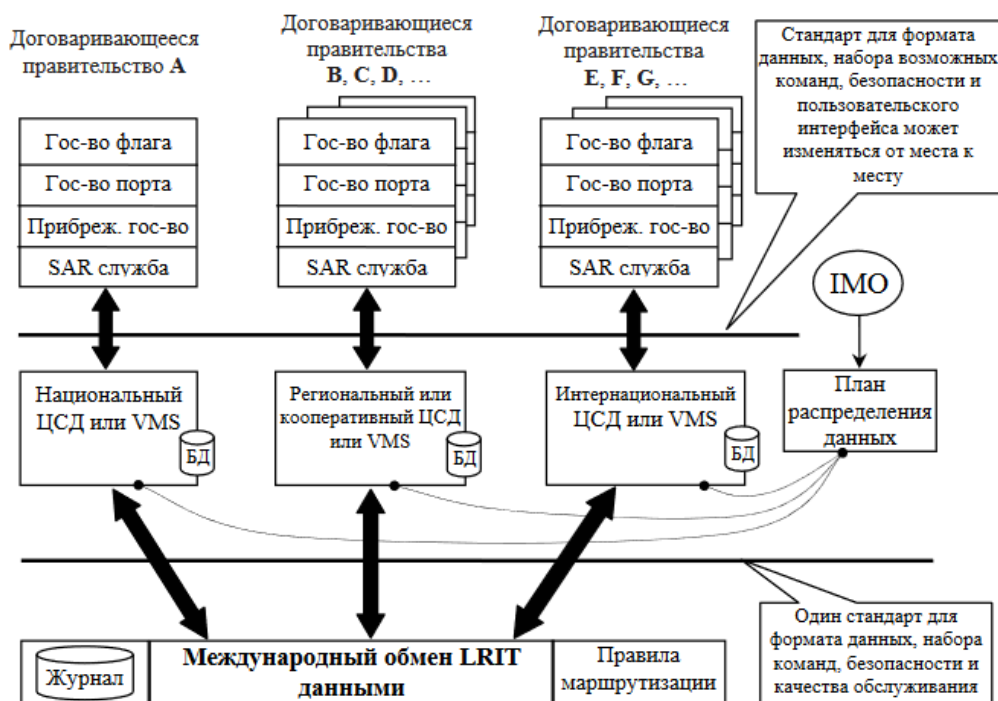


Рис. 3.4. Архитектура системы LRIT

В ней запрограммирован уникальный идентификатор судна.

В качестве основной платформы передачи LRIT данных выбран Инмарсат-С, так как большинство судов уже имеет совместимое с LRIT оборудование GMDSS или SSAS. Однако установлено, что приблизительно

20% судов, несущих это оборудование, по причинам проблем его дизайна или установки не в состоянии использовать его для сообщений LRIT. Такие суда снабжаются автономной бортовой аппаратурой LRIT. Существует также определенный процент судов, которые в целях повышения надежности и операционной эффективности предпочитают не применять свое существующее бортовое оборудование GMDSS и SSAS для LRIT передач, и устанавливают дополнительно аппаратуру LRIT. Судовые станции CCC Инмарсат-С (Инмарсат мини-С) необязательны для судов, осуществляющих плавание в районе А2. В этом случае оборудование LRIT может функционировать на базе станции Инмарсат Д+. Она обеспечивает передачу коротких сообщений с последующим подтверждением их получения. При плавании судна в районе А4 для передачи сигнала тревоги может использоваться бортовая аппаратура CCC Иридиум.

Из бортового оборудования с поддержкой системы LRIT можно для примера назвать «Sailor TT3000 LRIT», «Sailor TT-3000SSA», «Sailor TT-3000E GMDSS Mini-C» компании Thrane & Thrane (Дания); «Felcom-16», «Felcom-15» компании Furuno (Япония).

Система «Sailor TT-3000 LRIT». Охарактеризуем кратко состав автономной аппаратуры «Sailor TT-3000 LRIT». Она полностью соответствует эксплуатационному стандарту для LRIT (IMO MSC.210(81)) и отделена от других услуг, таких как GMDSS или SSAS. Эта аппаратура включает:

- мини-С терминал (антенна/приемопередатчик с программным обеспечением LRIT и встроенным приемником GPS);
- мачтовое/леерное крепление;
- соединительный кабель.
- Мини-С терминал бортовой аппаратуры «Sailor TT-3000 LRIT» является герметичным, водозащищенным и одобренным для использования в морских условиях. «Sailor TT-3000 LRIT» обеспечивает:
 - передачу с конфигурируемым интервалом в береговой центр данных (широта, долгота, скорость, курс, время, дата, MMSI);
 - дистанционный опрос приемопередатчика о его состоянии и настройка этого устройства в любое время;
 - контроль сбоев в питании и потерь сигнала с автоматическим сообщением позиции, даты, времени береговым службам при таких событиях;
 - возможность регистрация более 10000 позиций судна;
 - простоту установки.

Поставщики коммуникационных услуг предоставляют инфраструктуру связи и обеспечивают непрерывную безопасную передачу сообщений между судном и провайдерами прикладных услуг. Данные с судов могут передаваться с помощью Инмарсат-С, мини-С или D+. Кроме того, для этих целей планируется использовать и альтернативные спутниковые системы

(Иридиум) и оборудование, специально разработанное с учетом инфраструктуры системы LRIT.

Провайдеры прикладных услуг обеспечивают интерфейс протокола связи и добавляют информацию к сообщениям LRIT между поставщиком коммуникационных услуг и ЦСД.

Центр сбора данных собирает и предоставляет информацию LRIT своим пользователям согласно Плану распределения данных. Договаривающееся правительство может создать свой национальный ЦСД. В этом случае оно должно предоставлять соответствующие сведения об этом центре уполномоченной организации и в дальнейшем без промедления, обновлять информацию о нем, отмечая, какие и когда произошли изменения. Группа договаривающихся правительств может образовать региональный или кооперативный ЦСД. Порядок создания такого центра должен быть согласован между договаривающимися сторонами.

В качестве примеров центров сбора данных LRIT можно назвать:

- Канадский национальный LRIT центр данных;
- США национальный LRIT центр данных;
- Европейский региональный/кооперативный LRIT центр данных (27 стран).

План распространения данных LRIT определяет правила и права доступа (т.е. – какую информацию и какие пользователи могут получать). Сервер плана распространения данных управляется координатором, действующим от имени ИМО и договаривающихся правительств.

Международный обмен данными LRIT (МОД) направляет по определенным маршрутам LRIT информацию между информационными центрами LRIT в соответствии с планом распространения данных. Через МОД сообщения о позиции судов доступны (путем покупки) для государств, участников конвенции СОЛАС-74, и других заинтересованных государств, когда судно находится в пределах 1000 морских миль от их береговой линии. Схема передач LRIT информации показана на рис 3.5.

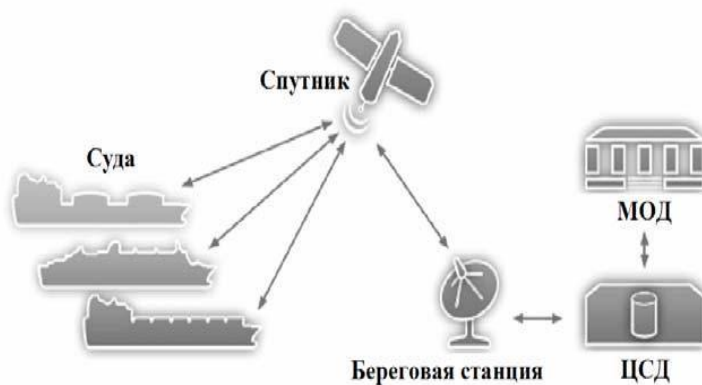


Рис. 3.5. Схема передачи LRIT информации

ГЛАВА 4. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ СУДОВ

4.1. Бортовая управляющая курсом система

К бортовым относится управляющая курсом система (Heading Control System – HCS) и система вождения судна по маршруту (Track Control System – TCS). Бортовая управляющая курсом система традиционно называется авторулевым (АР). Эта система должна удовлетворять предъявляемым к ней эксплуатационным требованиям:

- А.342(IX) «Рекомендации по эксплуатационным стандартам для авторулевых», 1975;
- А.822(19) «Эксплуатационные стандарты для авторулевых скоростных судов», 1995;
- MSC 64(67), Приложение 3 «Поправки к требованиям резолюции А.342(IX)», 1996.

Требования к HCS. Управляющая курсом система совместно с источником информации о курсе, с учетом ограничений, определяемых маневренными возможностями судна, должна обеспечивать удержание судна на установленном курсе при минимальной нагрузке на рулевой привод. Она может работать в составе системы вождения по маршруту, используя задаваемый ей курс или поправку к курсу по отрезку маршрута.

В АР должны быть два вида управления курсом: автоматическое и ручное.

Главный пост управления АР следует устанавливать в ДП судна. Если предусмотрено нескольких постов управления, то главный должен снабжаться органом для передачи функций на другие посты и возвращения этих функций себе.

Авторулевые должны нормально работать в диапазоне широт от 70°N до 70°S , при скоростях поворота до $20^{\circ}/\text{с}$, при скоростях хода от минимальной маневренной до максимальной (для обычных судов максимальная скорость равна 30 узлов, для скоростных – 70). Требуется, чтобы в соединении с необходимыми датчиками информации в диапазоне перечисленных выше условий АР обеспечивал стабилизацию курса с точностью $\pm 2^{\circ}$.

АР должен быть способным выполнять изменения курса судна в пределах его поворотливости путем установки радиуса либо угловой скорости поворота. Требуется, чтобы выход судна на намеченный курс выполнялся без существенного зарыскивания.

В режиме «Автомат» следует иметь возможность выполнения экстренного поворота судна на любой угол, вплоть до полной циркуляции. После отмены команды экстренного поворота АР должен обеспечивать возвращение на прежний курс и дальнейшее управление в режиме «Автомат».

АР должен быть способным вручную или автоматически адаптироваться к различным характеристикам управляемости судна на разных скоростях, а

также к изменению состояния погоды и загрузки, и обеспечивать надежную работу в часто встречающихся и нормальных условиях эксплуатации.

В АР необходимо иметь средства, предупреждающие излишние включения рулевого привода при нормальном рыскании на волнении.

В режиме «Автомат» должна быть возможность ограничения угла перекладки руля. При этом следует иметь средства, указывающие на установку и достижение заданных ограничений. При управлении курсом в других режимах данное требование также должно выполняться.

Требуется, чтобы адаптивный авторулевой оставался работоспособным при выходе из строя блока адаптации.

АР должен сопрягаться с подходящим курсоуказателем, а также с датчиком скорости судна, когда поворот задается радиусом, или, когда параметры управления автоматически адаптируются со скоростью.

4.2. Авторулевой «Navis AP4000»

Характерным представителем современных систем управления движением судна по курсу является авторулевой «Navis AP4000», разработанный компанией «Навис», Россия. Эта отвечающая всем требованиям современной технологии система управления курсом реализована на цифровой базе. Она позволяет снизить рабочую нагрузку на оператора, увеличить эффективность удержания судна на курсе, а также повысить безопасность судовождения и экономические показатели расхода топлива по сравнению с ручным режимом управления.

Являясь адаптивным авторулевым, «Navis AP4000» автоматически перенастраивает свои параметры при изменении скорости хода, степени загрузки судна и погодных условий. Это обеспечивает оптимальный режим работы системы без участия оператора.

Графический интерфейс авторулевого был разработан специально для судоводителей. Он содержит небольшое количество кнопок и обеспечивает быстрый доступ ко всем функциям и режимам системы. На цветном антибликовом LCD экране высокого разрешения с диагональю 6.5 дюймов максимально подробно представлена вся необходимая оператору информация: список сообщений тревожной сигнализации, заданный и текущий курс, заданные и текущие углы перекладки руля, скорость поворота, текущая скорость судна и иные данные в разных режимах работы «Navis AP4000». При отображении информации могут использоваться несколько дневных и ночных палитр цветов.

К авторулевому могут подключаться такие датчики:

- GPS;
- один или два гирокомпаса;
- лаг;
- магнитный компас;
- флюксгейт компас;

- VDR;
- ECDIS/ECS

Пульт авторулевого «Navis AP 4000» показан на рис. 4.1. Этот авторулевой имеет встроенную систему мониторинга, которая позволяет получать и контролировать данные о курсе, непрерывно поступающие от двух источников (гироскоп + гироскоп, гироскоп + магнитный компас, гироскоп + флюкстейт компас и т.д.). Несколько датчиков скорости также может быть использовано в процессе работы (GPS, индукционный лаг, доплер-лаг).



Рис. 4.1. Пульт авторулевого «Navis AP 4000»

«Navis AP 4000» может быть установлен на суда самых различных типов, начиная от моторных яхт и заканчивая крупнотоннажными танкерами класса VLCC.

Авторулевой имеет такие режимы управления:

- «STBY» – ручной (авторулевой не используется при управлении курсом);
- «Auto» – автоматическое управление курсом;
- «Track» – автоматическая стабилизация судна на прямых отрезках между путевыми точками, ECDIS/ECS/Chart Plotter могут быть применены как внешнее управляющее траекторий устройство (TCS категории A);
- «AutoNAV» – автоматическое управление движением на прямых отрезках пути и при поворотах с помощью внешней ECDIS (TCS категории C);
- «Override» – курс может корректироваться с помощью внешних устройств управления (кноба, рукоятки, джойстика);
- «Dodge» – изменение угла руля вручную с помощью кноба без переключения на режим ручного управления.

В качестве добавочных могут использоваться режимы:

- «CTS Pilot» (позволяет стабилизировать заданное значение курса относительно грунта);
- «Windvane» (предназначен для парусных яхт, дает возможность удерживать установленный относительный угол ветра);
- «River Pilot» (позволяет оператору управлять судном по заданному значению скорости поворота, используя рукоятку или knob на панели управления).

Основные преимущества «Navis AP 4000»:

- адаптивный алгоритм удержания курса при минимуме переключений руля;
- простота маневрирования и задания курса;
- возможность назначения скорости либо радиуса поворота;
- широкая область применения: от яхт и небольших судов до крупнотоннажных судов;
- встроенная система самодиагностики и аварийно-предупредительной сигнализации;
- взаимодействие со многими навигационными датчиками;
- совместимость с различными рулевыми машинами (системами) как зарубежного, так и отечественного производства.

4.3. Бортовая система вождения судна по маршруту

В правиле 19 главы 5 СОЛАС74 определено, что на судах валовой вместимостью 10 тыс. р.т. и более AP должен быть дополнен TCS. В соединении с компасом, лагом и позиционным датчиком TCS предназначена для проводки судна по линии заданного пути. Стандарты ИМО этой системы представлены в Резолюции MSC.69(22), Приложение 2, «Recommendation on performance standards for Track control systems». Они должны применяться к TCS судов, максимальная скорость поворота которых не превышает $10^0/\text{с}$, в диапазоне скоростей хода от минимальной маневренной до 30 узлов.

TCS должна быть способной вести судно от его позиции к отдельной точке или по маршруту, определенному последовательностью путевых точек. Система должна позволять начинать вождение судна, если отклонение его места от линии пути и разность между курсом по маршруту и действительным курсом позволяют с помощью безопасного маневра прийти на линию заданного пути.

Требуется, чтобы главная позиционная система, предоставляющая TCS координаты судна, была электронной и одобренной ИМО. Необходим непрерывный мониторинг места судна по информации второго независимого датчика позиции. Эта дополнительная мониторинговая система может не являться частью TCS.

При подходе к точке поворота тревожный сигнал и предупреждение индикацией об изменении курса должны быть поданы TCS не позже, чем за

минуту перед перекладкой руля для выполнения поворота. В системе следует иметь средство, с помощью которого вахтенный помощник подтверждает прием этого сигнала. С получением подтверждения этого сигнала или без него TCS в режиме автоматического вождения должна вести судно по заданному маршруту. Если вахтенный помощник не подтвердил прием сигнала TCS об изменении курса в течение 30 с. после его подачи, то система должна подать повторный тревожный сигнал.

Необходимо, чтобы поворот с одного отрезка маршрута на другой основывался на заданном радиусе или радиусе, вычисленным по предварительно назначенной угловой скорости с учетом маневренных возможностей судна. На новый отрезок маршрута судно должно приходить с требуемой точностью и без перерегулирования. Выход траектории судна за пределы судоходной части при повороте недопустим. В процессе изменения курса по возможности не следует допускать существенного падения скорости хода из-за значительной скорости поворота. Крен судна при повороте не должен достигать опасных значений, при которых может произойти смещение груза. Поворот должен производиться малым числом перекладок руля.

Система должна быть способной вручную или автоматически подстраиваться к изменению характеристик управляемости судна при различной погоде, скорости и загрузке. Необходимо иметь средства для предупреждения излишних активаций руля при нормальном рыскании на волнении, при смещениях ЦМ судна на поперечно-горизонтальной качке, и при «разбросе» измеряемых значений координат судна из-за случайных ошибок позиционной системы.

Предписано иметь возможность перехода от автоматического вождения по маршруту к ручному управлению судном при любом положении руля и в любых условиях, включая отказ TCS. Обратный переход от ручного управления к режиму вождения по маршруту должен быть возможен только намеренным действием оператора.

TCS должна быть способной работать в режиме управления курсом и удовлетворять в нем всем требованиям к управляющей курсом системе (AP). Во всех условиях следует иметь возможность перехода от режима вождения по маршруту к режиму AP. При активации режима AP система должна приводить курс судна к заданному значению. Необходима непрерывная информация о курсе от второго независимого компаса. Устройство такого дублирующего мониторинга курса может не являться частью TCS.

Обратный переход от управления курсом к вождению по маршруту в системе должен производиться намеренным действием судоводителя.

Индикацией следует указывать название активированного режима управления.

TCS должна соединяться с датчиками позиции, курса и скорости судна, отвечающими стандартам ИМО. Курсоуказателем должен быть гирокомпас.

Все подсоединяемые к TCS датчики должны быть способны предоставлять информацию о своем статусе, включая сведения о выходе из строя.

Согласно стандарту IEC 62065 (2002 г .) бортовые системы вождения судна по маршруту делятся на три категории:

- TCS категории А управляет движением судна, обеспечивая удержание его на прямых отрезках пути;
- TCS категории В управляет движением судна, обеспечивая удержание его на прямых отрезках состоящего из многих участков маршрута, с оказанием помощи TCS на поворотах с одного отрезка пути на другой;
- TCS категории С управляет движением судна на прямых отрезках пути и на поворотах.

Бортовая система вождения судна по маршруту может образовываться как комбинация ECDIS (или ECS) и авторулевого. ECDIS используется для планирования маршрута с определением его прямолинейных и криволинейных участков. Также она может служить в качестве внешнего управляющего движением по маршруту устройства.

4.4. Береговая система управления движением судов

Важнейшим звеном в системе обеспечения безопасности мореплавания являются береговые системы управления движением судов (Vessel Traffic Services – VTS). Они создаются в портах и/или в прибрежных районах, где интенсивность судоходства и навигационно-гидрографические условия плавания требуют централизованного упорядочения движения судов для обеспечения безопасности плавания, сокращения простоев судов, повышения ритмичности работы флота и портов, защиты окружающей среды. В зависимости от местных законов участие в VTS может быть принудительным или добровольным.

Район действия VTS является акваторией с официально объявленной границей, в пределах которой VTS обеспечивает выполнение своих функций и обладает определенными правами и ответственностью. В зависимости от района действия, функций и особенностей организации VTS подразделяются на три типа:

- портовые;
- прибрежные;
- региональные.

Район первых VTS включает акваторию порта и основные пути движения судов к нему. Эти VTS могут обслуживать и несколько портов с общими подходными путями.

Прибрежная VTS обслуживает акваторию, расположенную во внутренних водах, территориальном море и прилегающей зоне с транзитными путями движения судов в ней, с районами промысла морепродуктов и добычи полезных ископаемых на шельфе.

Региональная VTS образуется на основе информационной интеграции и координированной деятельности нескольких портовых или портовых и прибрежных VTS. Территория обслуживания региональной VTS является совокупностью районов действия составляющих ее портовых и прибрежных VTS.

В зависимости от протяженности зоны действия, навигационных и гидрометеорологических условий, интенсивности движения судов и оснащенности техническими средствами VTS должны выполнять целиком или частично следующие функции.

1. Обнаружение судов на подходах к зоне действия, установление связи с ними, получение необходимых данных о каждом судне и их регистрация.

2. Регулирование движения судов на основе радиолокационного, AIS и визуального наблюдения за ними в зоне действия VTS, радиообмена, контроля соблюдения установленных путей, скоростей и дистанций между судами, а также навигационной и другой информации для обеспечения движения судов.

3. Выдача информации судам для предотвращения аварийных ситуаций, при нарушении правил плавания, смещении со штатных мест средств навигационного оборудования (AtoN) и при наличии других факторов, влияющих на безопасность плавания судов, а также координация действий в аварийных ситуациях.

4. Посылка обязательных для выполнения судами указаний, касающихся очередности, маршрута и скорости движения, а также места стоянки.

5. Выдача данных о позиции судна при радиолокационной проводке;

6. Получение от соответствующих служб гидрометеорологической информации, передачу ее на суда, использование при выработке указаний о режиме движения.

7. Прием от соответствующих местных органов гидрографии, береговых организаций и лоцманов данных об изменениях в работе AtoN и иной навигационно-гидрографической информации в зоне действия VTS, передачу полученных сведений на суда, использование их при выработке указаний о режиме движения.

8. Помощь при аварийно-спасательных, буксировочных, дноуглубительных и других специальных работах в зоне действия VTS.

9. Оказание содействия в установлении связи между судами, береговыми организациями и службами.

10. Контроль нахождения на штатных местах плавучих AtoN в зоне действия VTS.

11. Сбор, обработка, документирование и хранение информации о движении судов и получаемых статистических данных.

На территории VTS суда могут пользоваться:

- информационной службой;
- службой организации движения;

- службой помощи в навигации;
- смежными службами, такими, например, как поисково-спасательная, коммерческая портовая и др.

VTС должна быть способна выполнить всесторонний обзор движения на своей территории обслуживания, а также всех факторов, влияющих на это движение. Информация для составления общей картины движения включает в себя:

- данные о ситуации на фарватере (метеорологические и гидрологические условия и эксплуатационное состояние средств навигационного оборудования);
- данные по транспортной ситуации (идентификаторы и позиции судов, их перемещения, намерения относительно маневров, пункт назначения, маршрут движения);
- данные по судам в соответствии с требованиями к их отчетности;
- любые дополнительные сведения, которые нужны для эффективной работы VTS.

Передача судам навигационной, оперативной и иной информации осуществляется центром VTS по объявленному расписанию, по запросу судна или по инициативе этого центра. Посылка особо важной информации может предваряться общим объявлением. В состав передаваемой информации может включаться:

- информация о состоянии средств навигационного оборудования;
- метеорологическая и гидрологическая информация;
- информация о факторах, затрудняющих движение судов;
- информация о состоянии судоходства;
- информация об изменениях в работе VTS.

VTС организует плавание судов путем планирования, установления режимов и регулирования движения. Режимы движения назначаются как на постоянной основе, так и в оперативном порядке с помощью:

- применения разрешительного порядка начала движения и обязательных сообщений о перемещениях;
- использования планов перехода;
- определения маршрутов и приоритетов движения;
- введения одностороннего движения по фарватерам;
- назначения скорости и интервалов движения;
- других мер, адекватных интенсивности судоходства, навигационной обстановке и особенностям района плавания.

Помощь в судовождении оказывается путем регулярной передачи центром VTS на судно следующей информации:

- позиции судна по отношению к навигационному ориентиру, фарватеру и путевым точкам;
- путевого угла и путевой скорости судна;
- положений и намерений других судов;

- рекомендаций по изменению курса и скорости.

Основными видами технических средств VTS, обеспечивающих получение информации о состоянии акватории, навигационной обстановке и судах в районе действия VTS, являются:

- средства голосовой ОБЧ радиосвязи с судами;
- береговые радиолокационные станции (БРЛС);
- AIS;
- системы телевизионного наблюдения;
- ОБЧ радиопеленгаторы;
- метеорологические и гидрологические приборы.

Общая картина движения обеспечивает возможность понимания и хорошего знания обстановки, облегчает работу операторов VTS, позволяет оценить условия и принять эффективные решения.

ГЛАВА 5. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ СУДОВ

5.1. Системы контроля глубины под килем – Under-Keel Clearance systems (УКС система)

Общие сведения. В ряде портов мира, на подходах к которым плавание крупных судов затрудняется приливными явлениями, установлены либо разрабатываются и внедряются системы контроля глубины под килем – Under-Keel Clearance systems (УКС система). Эта система предоставляет информацию относительно необходимого запаса воды под килем для конкретного судна в ожидаемую погоду с учетом приливных и морских условий. Она интегрирует в режиме реального времени измерения высот прилива и параметров волнения с моделированием движения судна для того, чтобы определить, отвечает ли запас воды под килем на предложенном пути конкретного судна заранее определенным критериям безопасности. УКС система использует специально разработанные алгоритмы для анализа и обработки входных данных, осуществления прогноза батиметрической обстановки на подходах к портам и предоставления результатов в виде, облегчающем проводку судна. Знание безопасной для судна глубины под килем требуется, чтобы гарантировать достаточную маневренность и тормозной путь, необходимое пространство для стоянки на якоре, экономичное потребление топлива, защиту корпуса судна, водного пути и окружающей среды. При определении УКС должна учитываться килевая, бортовая, вертикальная качка и проседание, чтобы судно не ударились о дно водного пути.

Уровень моря на водном пути непосредственно влияет на глубину под килем. Для его определения может использоваться специальный датчик. Он устанавливается в определенном месте на водном пути или около него. Современные датчики обеспечивают точность измерения высоты уровня моря не хуже 5 см. Датчик (или несколько датчиков вдоль водного пути) непрерывно контролирует водный уровень и автоматически передает результаты измерений в систему УКС. Эти результаты могут направляться и лоцманам судов, чтобы помочь им и капитанам достаточно точно оценить УКС и облегчить проводку судов.

Вычисление УКС требует батиметрических данных (Батиметрия – изучение рельефа подводной части водных бассейнов: как мирового океана, так и озёр, рек и т.д. В среде специалистов данный термин может использоваться как совокупность данных о глубинах водного объекта, результат батиметрической съёмки) на подходах к портам. Погрешности в батиметрии ведут непосредственно к ошибкам в расчете УКС. Поэтому навигационные карты должны показывать самую современную и надежную батиметрию подходных путей. Из-за присущих ограничений эти карты редко могут быть источником абсолютно точной батиметрической информации.

Глубины на подходах к портам меняются со временем из-за приливо-отливных, сгонно-нагонных и наносных явлений, что затрудняет точное определение глубины под килем. Поэтому для гарантии достаточно точного определения глубин, на подходах к портам регулярно должны выполняться батиметрические съемки. Задача оценки УКС состоит в определении граничной величины безопасных значений глубины под килем с учетом осадки судна, изменения уровня моря, проседания судна, увеличения осадки от волн и от крена. На рис. 5.1 приведена схема, поясняющая принцип нахождения УКС, на которой обозначено:

T – осадка судна;

H – глубина воды;

H_0 – глубина на карте;

H – сумма высоты прилива H_T и изменения H_G уровня от сгонно-нагонных явлений;

h_0 – глубина под килем при отсутствии факторов, влияющих на изменение осадки;

T_S – просадка;

T_R – изменение осадки от крена;

T_W – изменение осадки от волн;

Z_0 – минимальный допустимый просвет под килем при отсутствии факторов, влияющих на изменение осадки;

Z – минимальный допустимый просвет под килем при наличии факторов, влияющих на изменение осадки.

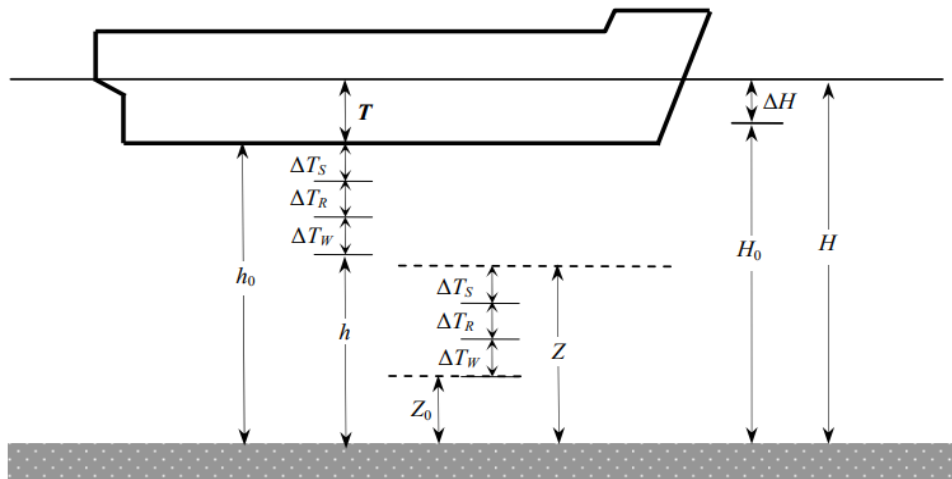


Рис. 5.1. Минимальный допустимый просвет под килем

Минимальное предельное значение Z_0 устанавливается в зависимости от точности прогнозирования глубины на фарватере.

В настоящее время значительный интерес проявляется к применению в УКС системах GPS On-The-Fly (GPS-OTF) технологий. С их помощью

можно измерить возвышение судна над определенным уровнем с 95 % погрешностью 10 см, а также определить параметры килевой, бортовой, вертикальной качки и проседание.

Система DUKC.

Рассмотрим особенности систем контроля глубины под килем на примере Dynamic Under-Keel Clearance (DUKC) системы компании «ОМС International», Австралия. Эта система установлена в 22 портах мира. DUKC системы выполняют решение задач на основе фактических данных о судне (размерах, осадке, параметрах остойчивости, планируемой скорости), конфигурации фарватера/ канала, а также получаемых в реальном времени данных об окружающих условиях (высота волн, период волнения и его направление, течения, водные уровни, уровни прилива, ветер). Система DUKC гарантирует, что минимальный чистый просвет под килем, необходимый для маневрирования судна и безопасного плавания в ограниченных водах, всегда обеспечен или превышен. Она позволяет отметить область для движения и маневров, где имеется достаточно воды под килем и вокруг корпуса судна, чтобы судно безопасно управлялось. Границы этого поля устанавливаются в зависимости от типа судна, конфигурации канала с учетом, если необходимо, используемых буксиров.

Данные гидрографических съемок подходного пути находятся в памяти системы и при необходимости корректируются. Автоматически в систему вводятся:

- данные о приливном уровне от специального измерительного устройства;
- информация об уровне моря от контрольной станции;
- данные о ветровом волнении и зыби от волномерных буйев.

Информация о судне заблаговременно запрашивается системой и вводится вручную. Она включает:

- длину судна между перпендикулярами;
- ширину судна на миделе;
- осадку носом и кормой;
- водоизмещение судна;
- метацентрическую высоту без и с учетом свободных поверхностей;
- возвышение центра тяжести и центра сил поддержания над килем.

DUKC система имеет веб-интерфейс, обеспечивающий легкий доступ к ее данным уполномоченным лицам. Они через Интернет успешно могут выполнять задачи, связанные с определением УКС. Такой интерфейс получил признание со стороны лоцманов. Он позволяет им на борту судна, используя данные системы DUKC, выполнять расчеты при помощи ноутбука или планшета, например, айпеда, связанные с обеспечением безопасной проводки. Ряд портативных лоцманских устройств способны автоматически принимать информацию от DUKC системы и показывать ее в пределах окна высвечивания как наложение сверху электронной карты в наглядном и

понятном виде. Такая возможность позволяет лоцманам быстро принимать решения, например:

- о безопасных районах прохода;
- о влиянии изменения скорости на посадку и безопасную ширину коридора движения;
- о скорости поворота, чтобы увеличение осадки от крена не повлияло на безопасность проводки.

5.2. Лоцманская проводка

В е-Навигации уделяется внимание информационному обеспечению лоцманских проводок и организации взаимодействия лоцмана с береговыми службами. При решении этих задач существенное значение имеют портативные лоцманские устройства.

Краткие сведения. Лоцманская проводка судов – это специализированная, и, обычно, лицензируемая услуга, которая применяется в ограниченных водах. Лоцманы осуществляют проводку судов на подходах к морским портам, в пределах акватории порта и в гаванях, между морскими портами и в открытом море, в устьевых водах, реках, каналах, озерах, замкнутых доковых системах или в любой комбинации этих областей. Лоцман хорошо знает в районе проводки местные правила, положения средств навигационного оборудования, подводные особенности, схемы движения, приливы и отливы, течения, местные опасности, которые могут угрожать судну. Он имеет опыт и практику плавания на судах по данной акватории (в том числе и с использованием вспомогательных средств).

Лоцманская проводка может быть обязательной, необязательной и принудительной. В первом случае судно не имеет права плавать без лоцмана. Во втором случае капитан может не брать лоцмана на судно, но, при необходимости, он имеет право воспользоваться услугами лоцмана. В третьем случае лоцман является должностным лицом прибрежного государства, который несет ответственность за безопасность судна.

При проводке судна лоцман исполняет функции советника капитана. Он обязан добросовестно, ясно и четко излагать необходимую капитану достоверную информацию о транспортных условиях, ограничениях фарватера, эксплуатационном состоянии средств навигационного оборудования, обо всех опасностях на пути следования и других условиях, а также о местных правилах плавания. Лоцман обязан рекомендовать капитану использовать определенные судовые средства, а также вспомогательные средства – буксиры и т.д. Он должен предоставлять инструкции персоналу мостика, управляющему навигационным и силовым оборудованием, и помогать в осуществление коммуникации с центрами VTS, центрами управления портом и с другими судами. Кроме того, лоцман должен быть в состоянии быстро приспособиться к методам эксплуатации, принятым на

борту, к характеристикам управляемости судна и к состоянию бортового навигационного оборудования.

Для облегчения работы лоцмана и повышения безопасности и эффективности проводки им судна в последние годы применяются портативные лоцманские устройства (PPU – Portable Pilot Unit). PPU в целом можно охарактеризовать как переносную компьютерную систему, которую лоцман приносит на борт судна, чтобы использовать как инструмент поддержки принятия решений при навигации в стесненных водах. Сопряженный с датчиком определения местоположения, таким как приемник GPS/DGPS, и использующий ту или иную форму отображения электронной карты, PPU показывает место судна и его движение в режиме реального времени. Кроме того, PPU предоставляет информацию о позиции и движении других судов через AIS интерфейс. Все чаще PPU применяются для отображения других типов относящейся к навигации информации, таких как глубины и изобаты, полученные в результате недавних съемок гидрографических служб, динамических уровней воды, течений, зон ледового покрытия и районов безопасности. Существует также определенная заинтересованность в использовании PPU для доступа к информации о порте и фарватере через Интернет. PPU обычно содержит датчик позиции и курса и дисплейное устройство (ноутбук). Передача информации с датчика на ноутбук осуществляется беспроводным путем.

Ряд PPU дополняется программным обеспечением для возможности работы с УКС системой в реальном времени на подходах к портам. Такая возможность используется во многих портах по всему миру. Она позволяет лоцману планировать маршрут, получая исчерпывающую информацию об окружающей среде (приливах, волнах, течениях, погодных условиях). Следуя по маршруту и располагая всей необходимой информацией об условиях окружающей среды в реальном времени, лоцман может путем изменения скорости изменить проседание судна или, изменяя скорость поворота, влиять на угол крена, чтобы осадка под килем оставалась в рамках предварительно заданных значений.

5.3. Портативные лоцманские устройства (PPU – Portable Pilot Unit).

Лоцманское устройство HarbourPilot.

Для характеристики структуры и функций PPU рассмотрим в качестве примера DGPS портативное лоцманское устройство HarbourPilot (HPU) фирмы «Navicom Dynamics». Оно помогает лоцманам обеспечивать безопасность плавания по фарватерам и подходным каналам к портам. HPU также может применяться как средство, позволяющее с высокой точностью осуществлять докование судов в любых условиях видимости и при любой погоде. HPU может быть обычным и ударопрочным водозащищенным.



Рис. 5.2. Аппаратура обычного HPU

Обычная аппаратура (рис. 5.2) весит около 5 кг с учетом веса мягкого рюкзака, в котором HPU переносится. Эта аппаратура включает электронный блок с антенной, вторую антенну и ноутбук. Электронный антенный блок и вторая антенна с помощью магнитов прикрепляются к планширю, либо привязываются ремешками к круглым рейлингам. Беспроводной ноутбук дает возможность лоцману легко перемещаться по мостику и по его

крыльям для просмотра обстановки вокруг судна.

Ударопрочная аппаратура с электронным модулем, двумя антеннами и ноутбуком поставляется в прочном и легком водонепроницаемом кейсе. При работе ноутбук и антенны вынимаются из кейса. Кейс с электронным модулем помещается на крыле мостика. Антенны крепятся на планшире с помощью магнитов (рис. 5.3) или с помощью ремней привязываются к круглым рейлингам. Данные от этих устройств беспроводным путем передаются на ноутбук, с которым лоцман легко может перемещаться в нужную позицию.



Рис. 5.3. Размещение кейса и двух антенн на крыле мостика

Чтобы установить HPU на крыле мостика, нужно менее одной минуты. Программный компонент HPU – Qastor, является удобной для пользователей системой, разработанной специально для лоцманского приложения. Инновационные технологии, реализованные в HPU, обеспечивают высокую точность навигационной информации без необходимости использования дорогой и сложной береговой инфраструктуры. В соответствии с

рекомендациями ИМО устройство НРУ работает с DGPS и с навигационными картами в стандарте S-57/3.1.

В навигационном режиме в реальном времени на дисплее ясно и точно показывается место судна на фоне одобренной электронной карты. Предоставляется возможность прогноза будущего положения судна и траектории движения при планируемом повороте. Это позволяет заблаговременно оценить, будет ли поворот на изгибе фарватера/канала достаточно быстрым (или слишком быстрым), и заранее выбрать оптимальную скорость поворота для данного изгиба водного пути.

НРУ позволяет быстро обнаружить влияние на движение судна боковых течений на подходах к порту, подтвердить, что предпринятые корректирующие действия достаточны. Это устройство также мгновенно отображает, где лежит судоходная и не судоходная часть подходного канала с учетом осадки судна, желаемой глубины под килем и высоты приливного уровня. В навигационном режиме при проводке отображается курс судна, координаты места, скорость поворота и линейная скорость. Предоставляется возможность: обнаружения опасностей и определения мер для уклонения от них, улучшенного планирования маршрута и проверки его безопасности, определения в реальном времени приливного уровня и глубины под килем, точной проводки в стесненных водах, прогноза траектории поворота. Также обеспечивается интеграция с AIS и отображение «целей», запись и воспроизведение проводки, легкая корректура карт, наложения в DXF формате. Отметим, что DXF (Drawing eXchange Format) – это открытый формат файлов для обмена графической информацией между приложениями.

В табл. 5.1 приведены 95 % погрешности определения навигационных параметров в НРУ.

Таблица 5.1 - Обеспечиваемая точность

Параметр	Точность
Курс	$\pm 0.2^\circ$
Скорость поворота	$\pm 0.5^\circ/\text{мин}$
Позиция	$\pm 0.5\text{м}$
Линейная скорость	$\pm 0.05 \text{ узл.}$

Расстояние надежной беспроводной связи равно 55 м. Внутренний AIS модуль обеспечивает прием сигналов на расстояниях до 7 морских миль.

ГЛАВА 6. СУДОВЫЕ СИСТЕМЫ ОПОВЕЩЕНИЙ, СИГНАЛИЗАЦИИ И РЕГИСТРАЦИИ

6.1. Судовая система охранного оповещения

В морских просторах до сих пор случаются нападения на суда, которые угрожают жизни и здоровью их экипажей и напрямую затрагивают безопасность мореплавания. Для препятствия вооруженному ограблению судов принимаются определенные меры.

Меры по улучшению охраны судов. Дипломатическая конференция по охране на море, состоявшаяся в Лондоне в конце 2002 г. приняла новые положения для включения в СОЛАС-74 (глава XI-2) и Кодекс охраны судов и портовых средств (кодекс ОСПС) с целью усиления охраны на море. Этими документами устанавливается новая международная система мер, направленная на усиление охраны на море и обеспечивающая взаимодействие судов и портовых средств в деле выявления и отражения действий, несущих угрозу защищенности в секторе морского транспорта.

Целями Кодекса ОСПС являются:

- установление международной структуры, использующей сотрудничество между договаривающимися правительствами, правительственными учреждениями, местными администрациями, представителями морского судоходства и портов для выявления угрозы и принятия мер, предупреждающих происшествия, связанные с нарушением охраны судов или портовых средств, используемых в международной торговле;
- распределение соответствующих ролей и ответственности между договаривающимися правительствами, правительственными учреждениями, местными администрациями, представителями морского судоходства и портов на национальном и международном уровнях для обеспечения охраны на море;
- обеспечение заблаговременного и эффективного сбора и обмена информацией, связанной с охраной;
- предоставление методологии оценок охраны, так чтобы иметь на местах готовые планы и процедуры реагирования на изменяющиеся уровни охраны;
- обеспечение уверенности в том, что в наличии имеются адекватные и надлежащие меры обеспечения охраны на море.

Для достижения этих целей кодекс объединяет много функциональных требований:

- сбор и оценку информации в отношении угроз и обмена такой информацией с соответствующими договаривающимися правительствами;
- требование соблюдения протоколов связи для судов и портовых средств;

- предотвращение неразрешенного доступа на суда, портовые средства и в их районы с ограниченным доступом;
- предотвращение доставки на суда или на портовые средства неразрешенных предметов (оружие, зажигательные устройства) или взрывчатых веществ;
- обеспечение средствами подачи сигналов аварийно-предупредительной сигнализации в случае происшествия или угрозы происшествия;
- требование наличия планов охраны судов и портовых средств, основанных на оценках охраны;
- требование о подготовке персонала и учениях для освоения планов охраны и процедур.

В соответствии с Кодексом ОСПС на судах, эксплуатирующихся в опасных районах, необходимо иметь судовой план охраны. Он должен охватывать такие вопросы:

- обеспечение усиленного наблюдения с помощью всех доступных средств и хорошего освещения в ночное время;
- действия экипажа при обнаружении начала атаки или намерения атаковать;
- процедуры подачи тревожного сигнала;
- сообщения по результатам нападения или его попытки.

Кодексом ОСПС разрешается также капитану выключать AIS в случаях, когда международными соглашениями, законами или стандартами предусматривается скрытность информации, в том числе и в районах действия пиратов.

При нахождении в районах, где возможны случаи пиратства, на судне следует вести непрерывную радиовахту по связи с соответствующими береговыми или военно-морскими властями и на всех частотах бедствия и безопасности.

Циркулярным письмом MSC/Circ.597 IMO рекомендует сообщать на соответствующий спасательно-координационный центр (СКЦ) района о случаях нападений пиратов или вооруженных грабителей. В этом циркуляре также дана рекомендация по обеспечению СКЦ возможностью информирования соответствующие силы безопасности о нападениях.

Также для повышения безопасности экипажей и пассажиров судов в SOLAS-74, XI-2/6, предусмотрена необходимость обеспечения судов системами охранного оповещения (SSAS – Ship Security Alert System).

Назначение системы охранного оповещения. SSAS предназначена для подачи скрытого сигнала тревоги в случае нападения на судно и при других несущих угрозу судну и его экипажу действиях. Установка SSAS на судах должна была быть завершена к первому освидетельствованию радиооборудования судна после 1 июля 2006 года.

Требования к системе. Согласно СОЛАС-74, XI-2/6 перечисленные ниже объекты должны быть оснащены аппаратурой SSAS в следующие сроки:

- суда, построенные 01.07.2004 или позже – при вводе в эксплуатацию;
- пассажирские суда, включая высокоскоростные, построенные до 01.07.2004, – к первому освидетельствованию своего радиооборудования после 01.07.2004;
- нефтяные и химические танкеры, газовозы, балкеры и высокоскоростные грузовые суда вместимостью свыше 500 брт, построенные до 01.07.2004, – к первому освидетельствованию своего радиооборудования после 01.07.2004;
- остальные грузовые суда вместимостью свыше 500 брт и плавучие буровые установки, построенные до 01.07.2004, – к первому освидетельствованию своего радиооборудования после 01.07.2006.

Эксплуатационные требования к судовой системе охранного оповещения определены резолюцией IMO MSC.136(76) от 11.12.2002, с поправками, содержащимися в резолюции MSC.147(77) от 29.05.2003.

SSAS при активации, должна сгенерировать и передать специальный сигнал тревоги «судно–берег» компетентным властям, назначенным правительством. Этот сигнал должен включать в себя название компании, информацию для опознавания судна, его координаты, дату и время их определения, и сведения о том, что безопасность судна находится под угрозой. Специальный сигнал тревоги не должен посылаться на другие суда и активировать системы тревоги на собственном судне.

Сигнал об угрозе безопасности судна, сформированный при приведении в действие системы охранного оповещения, должен непрерывно передаваться и содержать специальный код, показывающий, что этот сигнал не является оповещением при бедствии, предусмотренным процедурами GMDSS. Передача инициированного сигнала тревоги должна продолжаться до тех пор, пока он не будет деактивирован или сброшен.

Системы охранного оповещения должна обеспечивать возможность периодической проверки ее работоспособности без передачи сигнала об угрозе безопасности судна.

Системы охранного оповещения должна иметь возможность быть активированной с ходового мостика и, как минимум, еще с одной другой точки. Точки активации SSAS следует проектировать так, чтобы предотвратить произвольное срабатывание этой системы.

Бортовое оборудование. В качестве бортового оборудования SSAS могут использоваться установленные ранее судовые станции спутниковой связи Инмарсат–С, а также терминалы Инмарсат мини-С. Такая аппаратура необязательна для судов, осуществляющих плавание в районе А2. В этом случае оборудование SSAS может функционировать на базе станции Инмарсат Д+. Она обеспечивает передачу коротких сообщений с последующим подтверждением их получения. При плавании судна в районе А4 для передачи сигнала тревоги может использоваться низкоорбитальная спутниковая система Иридиум. Схема передачи данных (в том числе и тревожного сигнала SSAS) через Инмарсат-С представлена на рис. 6.4.

Для выполнения своих функций бортовая аппаратура SSAS должна иметь специальное программное обеспечение и дополнительные оконечные устройства – как минимум, две скрытые точки активизации специального сигнала тревог.

Бортовая аппаратура «SAILOR 6120 mini-C SSAS» компании Thrane & Thrane (Дания) заключена в герметичном блоке Инмарсат мини-С. В этом блоке расположены антенна, приемопередатчик, встроенный 50-канальный GPS модуль. Эта аппаратура соответствует требованиям резолюций IMO MSC.136(76) и MSC.144(77). Она одобрена всеми основными классификационными обществами и администрациями государств флага, где это требуется. В случае нападения на судно «SAILOR 6120 mini-C SSAS» обеспечивает оповещение по нескольким адресам. Это позволяет немедленно уведомлять Администрацию флага, владельца и оператора судна. Помимо основной функции в качестве оборудования SSAS, аппаратура «SAILOR 6120 mini-C SSAS» может также использоваться как LRIT терминал.

Бортовой аппаратура рассматриваемой системы включает:

- терминал мини-С SSAS (SAILOR 3027);
- блок управления (THRANE 6194);
- две кнопки сигнализации;
- кнопку тестирования;
- мачтовое/леерное крепление;
- комплект кабелей и разъемов NMEA 2000.

Вид основных из этих элементов показан на рис. 6.1.

Мини-С терминал содержит приемопередатчик, GPS приемник, всенаправленную антенну для системы Инмарсат-С. Этот терминал соединяется с другим оборудованием через блок управления. Этот блок дает возможность подключить к мини-С терминалу кнопки для активирования сигнала охранного оповещения, кнопку тестирования, компьютер или терминал сообщений.



Рис. 6.1. Бортовая аппаратура SSAS

В базовой конфигурации аппаратура «SAILOR 6120 mini-C SSAS» не имеет выделенного пользовательского интерфейса. Чтобы его иметь, к этой аппаратуре через блок управления подключается компьютер или терминал сообщений (SAILOR 6007) с программным обеспечением «easyMail». Терминал сообщений или компьютер приобретается дополнительно к оборудованию «SAILOR 6120 mini-C SSAS». Когда EasyMail программа инсталлирована, можно отправлять и получать сообщения, производить мониторинг состояния системы и тестировать ее. Терминал сообщений имеет сенсорный интерфейс, но может также работать от подключенной клавиатуры.

6.2. Системы контроля дееспособности вахтенного помощника капитана (Bridge Navigational Watch Alarm System – BNWAS)

На 86-й сессии комитета по безопасности мореплавания ИМО были приняты поправки к правилу 19 Главы V Конвенции СОЛАС – "Требования к судовым навигационным системам и оборудованию", касающиеся сроков оснащения находящихся в эксплуатации грузовых судов системами контроля дееспособности вахтенного помощника капитана (Bridge Navigational Watch Alarm System – BNWAS). Поправки вступили в силу 1 января 2011 г.

Назначение системы. BNWAS предназначена для контроля вахтенного помощника капитана (ВПК) и выявления его недееспособности, которая может привести к аварии. Эта система автоматически предупреждает капитана или другого его помощника (ПК), если по какой-либо причине ВПК не выполняет свои обязанности. Мониторинг дееспособности ВПК достигается с помощью периодической инициации световых и звуковых тревожных сигналов на мостике и, если ВПК не подтверждает их прием, – система предупреждает капитана или его помощника, не находящегося на вахте. Кроме того, BNWAS может обеспечивать ВПК средством вызова срочной помощи, в случае ее необходимости. При работе системы управления курсом (HCS) или системы вождения судна по маршруту (TCS)

система BNWAS должна быть включена всегда, за исключением случаев, выключения ее по указанию капитана.

Требования к BNWAS. Согласно СОЛАС-74 перечисленные ниже суда должны быть оснащены BNWAS в следующие сроки:

- все грузовые суда валовой вместимостью 150 брт и более, а также все пассажирские суда, независимо от размера, построенные после 01.07.2011, при вводе в эксплуатацию;
- пассажирские суда, независимо от размера, построенные до 01.07.2011. не позднее первого освидетельствования после 01.07.2012;
- грузовые суда вместимостью 3000 брт и более, построенные до 01.07.2011, – не позднее первого освидетельствования после 01.07.2012;
- грузовые суда валовой вместимостью 500 брт и более, но менее 3000 брт, построенные до 01.07.2011, – не позднее первого освидетельствования после 01.07.2013;
- грузовые суда валовой вместимостью 150 брт и более, но менее 500 брт, построенные до 01.07.2011, не позднее первого освидетельствования после 01.07.2014 г.

Устанавливаемые на судах системы контроля вахтенного помощника капитана должны соответствовать Эксплуатационным требованиям к BNWAS, введенным Резолюцией MSC.128(75) в мае 2002 г. Администрации могут предоставлять судам изъятия из полного соответствия BNWAS указанным эксплуатационным требованиям в случае, если подобные системы были установлены до 1 июля 2011 г. Приведем ниже ряд из эксплуатационных требований к системе.

BNWAS должна иметь следующие режимы работы:

- «Automatic» – система автоматически приводится в действие, когда активируются системы HCS или TCS, и выключена, когда ни одна из этих систем не работает;
- «Manual ON» – система функционирует постоянно с установленным межсигнальным периодом времени;
- «Manual OFF» – система выключена (не работает ни при каких обстоятельствах).

Последовательность световых и звуковых тревожных сигналов.

Сигнализации не должно быть в течение установленного межсигнального периода времени (от 3 до 12 мин). В конце этого периода на мостике должна инициироваться световая сигнализация. При отсутствии в течение 15 с после появления светового сигнала его подтверждения (сброса) вахтенным помощником на мостике должна автоматически дополнительно подаваться звуковая сигнализация первого уровня.

По истечении 15 с с момента включения сигнализации первого уровня, в случае отсутствия сброса тревожного сигнала вахтенным помощником или капитаном, должна подаваться сигнализация второго уровня в помещениях капитана и его помощников.

Если не будет подтверждения сигнала второго уровня в течение 90 с после его появления, должна включаться звуковая сигнализация третьего уровня в местах расположения других членов экипажа, способных к принятию мер на мостике. На судах, кроме пассажирских, дистанционная звуковая сигнализация второго и третьего уровня может звучать во всех вышеперечисленных местах одновременно. Если звуковой сигнал тревоги второго уровня подается подобным образом, сигнализация третьего уровня может быть опущена.

На крупных судах задержка между тревогами второго и третьего уровня допускается большей 90 с, вплоть до 3 мин (максимум), чтобы обеспечить достаточное время для не вахтенного помощника или капитана достичь мостика.

Функция подтверждения (сброса) сигнала. Не должно быть возможности осуществления функции сброса или отмены любого звукового сигнала с любого устройства, оборудования или системы, которые физически не находятся в зоне на мостике, где вахтенный помощник производит надлежащее наблюдение за окружающей обстановкой и выполняет другие свои обязанности.

Функция сброса должна одним действием оператора отменять световой и все звуковые сигналы и инициировать следующий период работы системы. Если функция сброса сигнала активирована перед концом межсигнального промежутка времени, новый такой период должен быть начат повторно, чтобы обеспечить его полную продолжительность со времени сброса сигнализации.

Требуется иметь специальный орган для инициации функции сброса. Он может быть неотъемлемой частью BNWAS или частью другого внешнего оборудования, способного к регистрации физической активности и дееспособности ВПК.

Непрерывная активизация любого устройства сброса не должна продлевать межсигнальный период работы системы или подавлять последовательность ее световых и звуковых сигналов.

Средство для экстренного вызова. На мостике могут быть предусмотрены средства, чтобы немедленно активировать дистанционные звуковые сигналы второго, и затем третьего уровня с помощью кнопки «Экстренный вызов» или другого аналогичного органа.

Точность. При всех условиях работы системы ее межсигнальный период не должен отличаться от установленного больше, чем на 5% или 5 с. в зависимости от того, что меньше.

Безопасность. Средства выбора рабочего режима и продолжительности межсигнального периода должны быть защищены таким образом, чтобы доступ к этим элементам был только у капитана.

Неисправности, сигнализация звуковая и световая. Необходимо иметь индикацию в случае обнаружения неисправности системы BNWAS или отказа источника питания. Должны быть предусмотрены средства,

позволяющие дублировать эту индикацию на центральной панели сигнализации (если она есть).

Сигналы и средства для их сброса. Средства активации функции сброса следует размещать только на мостике в зоне выполнения ВПК своих обязанностей. Эти средства должны быть легко доступны с места управления судном, с рабочей станции навигации и маневрирования, с рабочей станции для мониторинга и на крыльях мостика.

Световой сигнал, инициируемый системой на мостике в конце межсигнального периода, должен быть проблесковым. Эти проблески должны быть видны со всех операционных мест на мостике, где можно ожидать нахождения ВПК. Цвет светового сигнала должен быть выбран таким образом, чтобы не ухудшать ночного наблюдения за окружающей обстановкой.

Звуковой тревожный сигнал первого уровня на мостике, который подается в конце периода светового сигнала, должен иметь свой собственный характерный тон или модуляции, предназначенные, чтобы предупредить, но не напугать, ВПК. Этот сигнал должен быть слышен на всех рабочих местах на мостике, где может находиться вахтенный помощник. Сигнализация первого уровня может быть реализована с использованием одного или большего числа звуковых устройств. Характеристики тона/ модуляции сигнала и его громкость должны быть выбраны во время ввода системы в действие.

Звуковой тревожный сигнал второго и третьего уровня, который звучит в местах расположения капитана, командного состава и других членов экипажа, способных принять корректирующие меры в конце звукового периода сигнализации на мостике, должен быть легко идентифицируемым по звучанию и указывать на его срочность. Громкость этого тревожного сигнала должна быть достаточной для того, чтобы быть услышанным во всех вышеуказанных местах, а также разбудить спящих людей.

Все элементы оборудования BNWAS должны быть защищены от взлома, чтобы ни один из членов экипажа не смог помешать работе системы. Устройства сброса сигнала должны быть разработаны и установлены таким образом, чтобы свести к минимуму возможность их активации посторонними лицами. Эти устройства должны быть одинаковой конструкции и освещаться для идентификации в ночное время. Альтернативные механизмы сброса сигнала могут быть использованы, чтобы активировать эту функцию от другого оборудования на мостике, способного регистрировать действия оператора в местах выполнения им своих обязанностей.

Система «BNW-50». Системы контроля дееспособности вахтенного помощника капитана изготавливаются разными производителями. Из этих систем можно назвать «BNW-50» компании Samyung ENC Co Ltd (Корея); «BW-800» компании Uni-Safe Electronics (Дания), «TSS/Watch Alarm» российской компании Валком, «TM-BNwas» компании Telemarkki, «NAVITRON» компании Navitron systems Ltd (Англия).

Кратко охарактеризуем одну из этих систем – «BNW-50». Она соответствует требованиям резолюции IMO MSC.128(75) и стандартам IEC 62616 и 61162. Эта система позволяет выдавать данные в VDR и подключать другое навигационное оборудование. «BNW-50» оснащена кнопкой бедствия, кнопкой навигации и датчиком движения. Эта система имеет функцию автоматического сброса при обнаружении перемещения на мостике датчиком движения. Для защиты настроек в «BNW-50» предусмотрено использование пароля.

Стандартный состав системы «BNW-50»:

- блок управления 1 шт.
- блок процессора 1 шт.
- блок квитирования 3 шт.
- блок сигнализации 7 шт.
- датчик движения 2 шт.

Схема подключения оборудования в «BNW-50» показана на рис. 6.2.

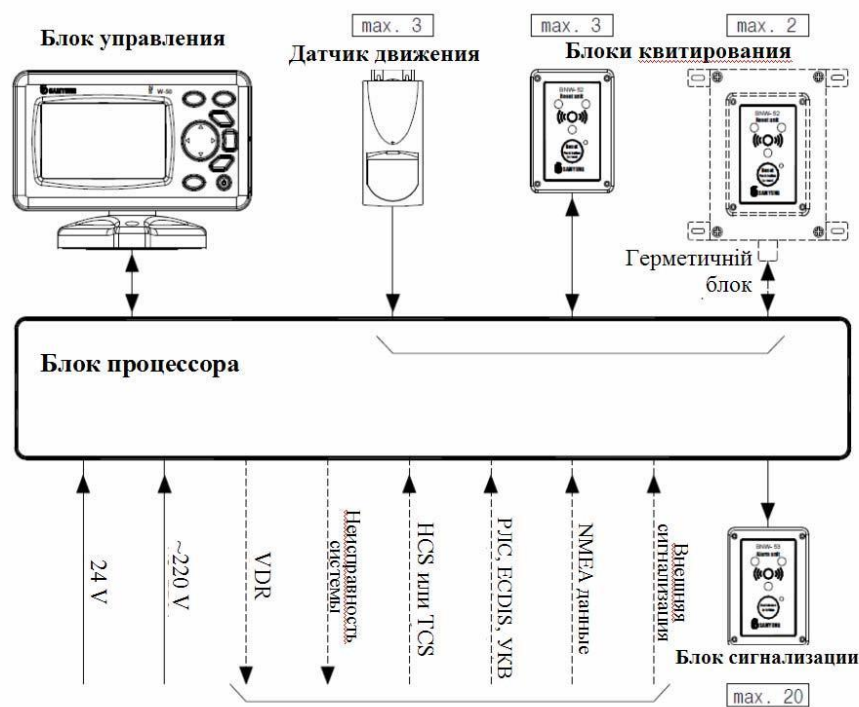


Рис. 6.2. Схема подключения аппаратуры

Блоки квитирования помещаются на мостике и его крыльях. На крыльях эти устройства водозащищенные. Блоки квитирования служат для подачи светового сигнала и звукового сигнала первого уровня на мостике и прекращения этой сигнализации путем нажатия кнопки сброса (квитирования).

Блоки сигнализации располагаются в помещениях, удаленных от мостика (каюты капитана, его помощников, и др.). Они обеспечивают сигнализацию второго и третьего уровня.

Блок процессора обеспечивает подключение к системе устройства управления, блоков питания, блоков квитирования и сигнализации, передачу информации на регистратор данных рейса и вывод сигнала о неисправности системы внешним потребителям, соединение с управляющей курсом системой (HCS) или системой вождения судна по маршруту (TCS), прием импульса сброса от РЛС и прием сигналов от другого оборудования. Этот блок имеет пять индикаторных лампочек – POWER, AUTO, ERROR, ALARM, TIMER.

Они горят, когда:

- POWER – подается питание (красная);
- AUTO – включен автоматический режим (зеленая);
- ERROR – не поступает основное или резервное питание (красная);
- ALARM – активирован тревожный сигнал (коричневая);
- TIMER – активирован счетчик сброса (коричневая).

Датчик движения обнаруживает микроволновые и инфракрасные лучи в одно и то же время. Он может быть использован при экстремальных условиях, вызванных жарой, температурой, шумом, влажностью, потоками воздуха и пыли (следует иметь в виду, что электромагнитная волна может пройти через стекло или гипсокартон). Минимальное расстояние обнаружения движения датчиком составляет 20 м, сектор обнаружения – $120^{\circ} \div 150^{\circ}$. Датчик движения не представляет опасности для человека. Он может крепиться на переборке или на подволоке.

Блок управления (рис. 6.3) служит для настройки системы, управления ее работой и отображения необходимой информации. Он позволяет капитану ввести пароль, установить режим работы, межсигнальный период и промежуток между звуковыми сигналами второго и третьего уровня, дает возможность отображать операционный статус системы и другую информацию.

На этом блоке расположены кнопки:

- активации/деактивации сигнала экстренного вызова (EMG);
- вызова меню (MENU);
- возвращения к предыдущей странице (ESC);
- перемещения курсора вверх, вниз, вправо, влево (для выбора пункта меню);
- ввода;
- подтверждения пароля;
- активации функции сброса (RES);



Рис. 6.3. Блок управления

– активации работы системы или перевода ее в спящий режим (чтобы выполнялись эти операции, после нажатия кнопки необходимо ввести пароль).

По умолчанию на экране системы отображается страница с характеристиками операционного статуса системы: режим работы, активирована система или нет, межсигнальный период, прошедшее после его начала время. С помощью меню можно вызвать страницы отображения информации для изменения пароля, режима работы, межсигнального периода и промежутка между звуковыми сигналами второго и третьего уровня, и выполнения других функций. Выполнение изменений можно произвести только после ввода пароля.

Системы BNWAS с дополнительными функциями. Некоторые из типов BNWAS используются для дополнительных оповещений, таких как:

- неисправность или отсутствие питания HCS;
- неисправность позиционного датчика, подход к точке поворота и превышение заданной величины бокового отклонения (TCS);
- неисправность или отсутствие питания гирокомпаса;
- потеря позиции судна;
- неисправность системы контроля дееспособности вахтенного штурмана;
- выход судна на минимальную установленную глубину под килем по данным эхолота;
- нарушения в работе рулевого привода;
- уменьшение хода или остановка двигателя системой ДАУ;
- выход из строя сигнально-отличительных огней и других событий.

Сообщение о таких событиях обычно производится с помощью светового и звукового сигнала с указанием вида неисправности. Звуковой сигнал может быть снят с помощью специальной кнопки на пульте BNWAS. Выключение светового сигнала происходит только после устранения вызвавшей его причины.

6.3. Бортовая система мониторинга и сигнализации (Ship Alarm System – SAS)

В морских просторах до сих пор случаются нападения на суда, которые угрожают жизни и здоровью их экипажей и напрямую затрагивают безопасность мореплавания. Для препятствия вооруженному ограблению судов принимаются определенные меры.

6.3.1. Меры по улучшению охраны судов

Дипломатическая конференция по охране на море, состоявшаяся в Лондоне в конце 2002 г, приняла новые положения для включения в СОЛАС-

74 (глава XI-2) и Кодекс охраны судов и портовых средств (кодекс ОСПС) с целью усиления охраны на море. Этими документами устанавливается новая международная система мер, направленная на усиление охраны на море и обеспечивающая взаимодействие судов и портовых средств в деле выявления и отражения действий, несущих угрозу защищенности в секторе морского транспорта.

Целями Кодекса ОСПС являются:

- установление международной структуры, использующей сотрудничество между договаривающимися правительствами, правительственными учреждениями, местными администрациями, представителями морского судоходства и портов для выявления угрозы и принятия мер, предупреждающих происшествия, связанные с нарушением охраны судов или портовых средств, используемых в международной торговле;

- распределение соответствующих ролей и ответственности между договаривающимися правительствами, правительственными учреждениями, местными администрациями, представителями морского судоходства и портов на национальном и международном уровнях для обеспечения охраны на море;

- обеспечение заблаговременного и эффективного сбора и обмена информацией, связанной с охраной;

- предоставление методологии оценок охраны, так чтобы иметь на местах готовые планы и процедуры реагирования на изменяющиеся уровни охраны;

- обеспечение уверенности в том, что в наличии имеются адекватные и надлежащие меры обеспечения охраны на море.

Для достижения этих целей кодекс объединяет много функциональных требований:

- сбор и оценку информации в отношении угроз и обмена такой информацией с соответствующими договаривающимися правительствами;

- требование соблюдения протоколов связи для судов и портовых средств;

- предотвращение неразрешенного доступа на суда, портовые средства и в их районы с ограниченным доступом;

- предотвращение доставки на суда или на портовые средства неразрешенных предметов (оружие, зажигательные устройства) или взрывчатых веществ;

- обеспечение средствами подачи сигналов аварийно-предупредительной сигнализации в случае происшествия или угрозы происшествия;

- требование наличия планов охраны судов и портовых средств, основанных на оценках охраны;

- требование о подготовке персонала и учениях для освоения планов охраны и процедур.

В соответствии с Кодексом ОСПС на судах, эксплуатирующихся в опасных районах, необходимо иметь судовой план охраны. Он должен охватывать такие вопросы:

- обеспечение усиленного наблюдения с помощью всех доступных средств

- хорошего освещения в ночное время;

- действия экипажа при обнаружении начала атаки или намерения атаковать;

- процедуры подачи тревожного сигнала;

- сообщения по результатам нападения или его попытки.

Кодексом ОСПС разрешается также капитану выключать AIS в случаях, когда международными соглашениями, законами или стандартами предусматривается скрытность информации, в том числе и в районах действия пиратов.

При нахождении в районах, где возможны случаи пиратства, на судне следует вести непрерывную радиовахту по связи с соответствующими береговыми или военно-морскими властями и на всех частотах бедствия и безопасности.

Циркулярным письмом MSC/Circ.597 IMO рекомендует сообщать на соответствующий спасательно-координационный центр (СКЦ) района о случаях нападений пиратов или вооруженных грабителей. В этом циркуляре также дана рекомендация по обеспечению СКЦ возможностью информирования соответствующие силы безопасности о нападениях.

Также для повышения безопасности экипажей и пассажиров судов в SOLAS-74, XI-2/6, предусмотрена необходимость обеспечения судов системами охранного оповещения (SSAS – Ship Security Alert System).

6.3.2. Назначение и требования системы охранного оповещения

SSAS предназначена для подачи скрытого сигнала тревоги в случае нападения на судно и при других несущих угрозу судну и его экипажу действиях. Установка SSAS на судах должна была быть завершена к первому освидетельствованию радиооборудования судна после 1 июля 2006 года.

Эксплуатационные требования к судовой системе охранного оповещения определены резолюцией IMO MSC.136(76) от 11.12.2002, с поправками, содержащимися в резолюции MSC.147(77) от 29.05.2003.

SSAS при активации, должна сгенерировать и передать специальный сигнал тревоги «судно–берег» компетентным властям, назначенным правительством. Этот сигнал должен включать в себя название компании, информацию для опознавания судна, его координаты, дату и время их определения, и сведения о том, что безопасность судна находится под

угрозой. Специальный сигнал тревоги не должен посылаться на другие суда и активировать системы тревоги на собственном судне.

Сигнал об угрозе безопасности судна, сформированный при приведении в действие системы охранного оповещения, должен непрерывно передаваться и содержать специальный код, показывающий, что этот сигнал не является оповещением при бедствии, предусмотренным процедурами GMDSS. Передача инициированного сигнала тревоги должна продолжаться до тех пор, пока он не будет деактивирован или сброшен.

Системы охранного оповещения должны обеспечивать возможность периодической проверки ее работоспособности без передачи сигнала об угрозе безопасности судна.

Системы охранного оповещения должны иметь возможность быть активированной с ходового мостика и, как минимум, еще с одной другой точки. Точки активации SSAS следует проектировать так, чтобы предотвратить произвольное срабатывание этой системы.

6.3.3. Бортовое оборудование

В качестве бортового оборудования SSAS могут использоваться установленные ранее судовые станции спутниковой связи Инмарсат-С, а также терминалы Инмарсат мини-С. Такая аппаратура необязательна для судов, осуществляющих плавание в районе А2. В этом случае оборудование SSAS может функционировать на базе станции Инмарсат Д+. Она обеспечивает передачу коротких сообщений с последующим подтверждением их получения. При плавании судна в районе А4 для передачи сигнала тревоги может использоваться низкоорбитальная спутниковая система Иридиум.

Схема передачи данных (в том числе и тревожного сигнала SSAS) через Инмарсат-С представлена на рис. 6.4.

Для выполнения своих функций бортовая аппаратура SSAS должна иметь специальное программное обеспечение и дополнительные оконечные устройства – как минимум, две скрытые точки активизации специального сигнала тревог.

6.3.4. Бортовая аппаратура «SAILOR 6120 mini-C SSAS»

Бортовая аппаратура «SAILOR 6120 mini-C SSAS» компании Thrane & Thrane (Дания) заключена в герметичном блоке Инмарсат мини-С. В этом блоке расположены антенна, приемопередатчик, встроенный 50-канальный GPS модуль. Эта аппаратура соответствует требованиям резолюций IMO MSC.136(76) и MSC.144(77). Она одобрена всеми основными классификационными обществами и администрациями государств флага, где это требуется. В случае нападения на судно «SAILOR 6120 mini-C SSAS» обеспечивает оповещение по нескольким адресам. Это позволяет немедленно

уведомлять Администрацию флага, владельца и оператора судна. Помимо основной функции в качестве оборудования SSAS, аппаратура «SAILOR 6120 mini-C SSAS» может также использоваться как LRIT терминал.

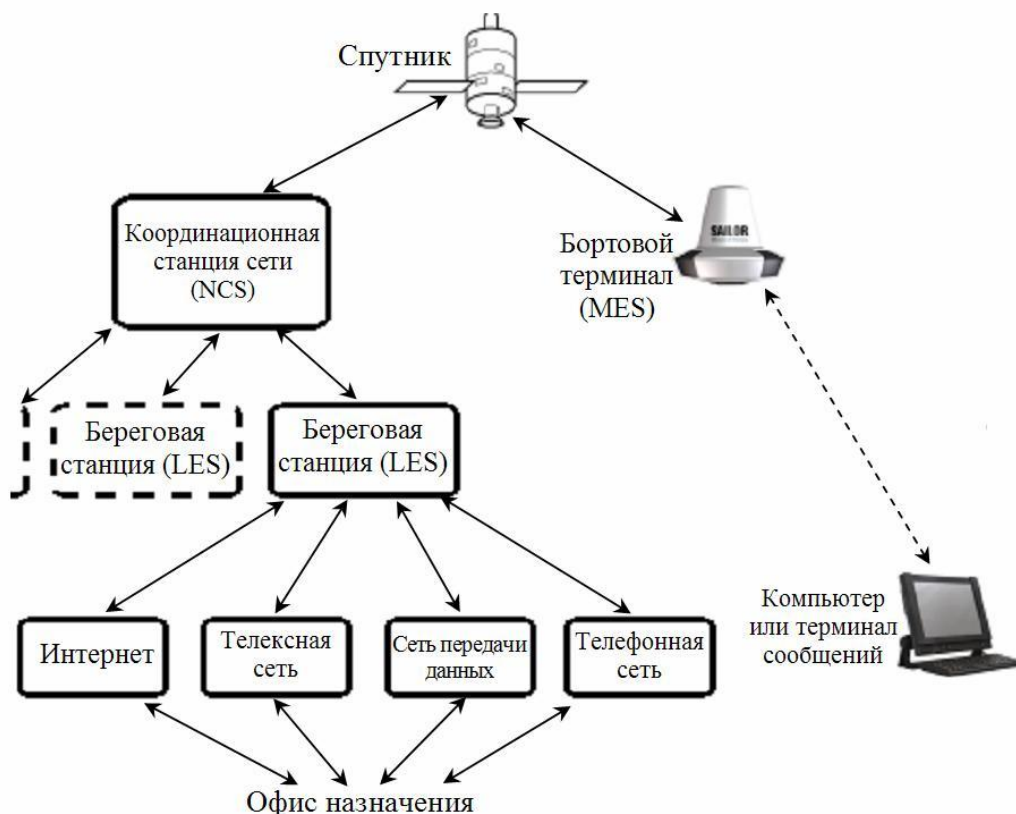


Рис. 6.4. Схема передачи данных через Инмарсат-С

Бортовой аппаратура рассматриваемой системы включает:

- терминал мини-С SSAS (SAILOR 3027);
- блок управления (THRANE 6194);
- две кнопки сигнализации;
- кнопку тестирования;
- мачтовое/леерное крепление;
- комплект кабелей и разъемов NMEA 2000.

Мини-С терминал содержит приемопередатчик, GPS приемник, всенаправленную антенну для системы Инмарсат-С. Этот терминал соединяется с другим оборудованием через блок управления. Этот блок дает возможность подключить к мини-С терминалу кнопки для активирования сигнала охранного оповещения, кнопку тестирования, компьютер или терминал сообщений.

В базовой конфигурации аппаратура «SAILOR 6120 mini-C SSAS» не имеет выделенного пользовательского интерфейса. Чтобы его иметь, к этой аппаратуре через блок управления подключается компьютер или терминал сообщений (SAILOR 6007) с программным обеспечением «easyMail». Терминал сообщений или компьютер приобретается дополнительно к

оборудованию «SAILOR 6120 mini-C SSAS». Когда EasyMail программа инсталлирована, можно отправлять и получать сообщения, производить мониторинг состояния системы и тестировать ее. Терминал сообщений имеет сенсорный интерфейс, но может также работать от подключенной клавиатуры.

6.4. Регистратор данных рейса

Регистратор данных рейса (VDR – Voyage Data Recorder), или по-иному «черный ящик», предназначен для записи и хранения важной информации о процессе судовождения в целях оказания помощи в расследовании аварий. Он является высоконадежным средством, работающим в автоматическом режиме.

Установка VDR на судах определяется правилом 20 переработанной в 2000 г. главы V СОЛАС-74.

Согласно этому правилу регистратором данных рейса оборудуются: все пассажирские суда; непассажирские суда валовой вместимостью 3000 рег.т. и более.

На состоявшейся в конце 2004 года 79-й сессии Комитета по безопасности мореплавания (MSC) были приняты поправки к главе V СОЛАС-74, касающиеся оснащения грузовых судов, находящихся в эксплуатации, упрощенными регистраторами данных о рейсе – S-VDR (Simplified Voyage Data Recorder). Поправки вступили в силу с 01.07.2006. В соответствии с ними все грузовые суда, находящиеся в эксплуатации, должны быть оснащены регистратором данных о рейсе. Эта работа должна быть полностью завершена до 01.07.2010 года.

Минимальные эксплуатационные требования к обычным VDR определены резолюцией ИМО А.861(20), 1997. Представим некоторые из них. Запись всех событий на судне должна производиться непрерывно с момента отхода судна до окончания рейса. Эта запись может прерываться только в ситуациях, связанных с обслуживанием во время стоянки судна в порту.

VDR должен обеспечить невозможность вмешательства ни в выбор вводимых в него данных, ни в зарегистрированную в нем информацию. При записи каждый пункт вводимых данных должен проверяться на достоверность. Если обнаружена некорректируемая ошибка, должен подаваться тревожный сигнал.

Регистратор данных рейса должен иметь возможность работы от судового аварийного источника питания. Если он отказывает, VDR должен продолжать регистрировать переговоры на мостике, питаясь от специального резервного источника в течение двух часов. В конце этого периода вся регистрация должна прекращаться автоматически.

В «черном ящике» информация о процессе судовождения должна храниться за последние 12 часов или за больший интервал времени.

Согласно требованиям ИМО она должна включать следующие элементы:

- дата и время (UTC);
- координаты места;
- скорость (с указанием относительно воды или грунта);
- курс;
- переговоры голосом на мостике;
- переговоры по УКВ-связи;
- данные радиолокатора;
- глубина под килем с указанием режима работы эхолота;
- предупреждения главных сигнализирующих устройств;
- заданное и истинное положение руля, а также режим работы системы управления (ручной, HCS, TCS);
- назначенный и истинный режимы ГДУ; 12. Положение открытых корпуса, клинкетных и пожарозащитных дверей;
- значения ускорений и нагрузок на корпусе (при наличии соответствующих датчиков);
- скорость и направление ветра (при наличии соответствующего датчика);
- другие важные для безопасного судовождения данные.

Минимальные эксплуатационные требования к S-VDR определены Резолюцией ИМО MSC.163(78). Согласно этой Резолюции S-VDR фиксирует следующие основные параметры:

- дата и время;
- местоположение судна;
- скорость относительно грунта/воды;
- курс;
- переговоры на мостике;
- радиопереговоры на УКВ;
- данные РЛС (изображение на мониторе РЛС);
- информацию AIS.

Учитывая, что в S-VDR используется минимум входных данных, их стоимость гораздо ниже стоимости полной версии VDR.

Технические требования, которым должен соответствовать регистратор данных рейса, установлены в 2000 г. Международной электротехнической комиссией – стандарт IEC 61996 «Судовой регистратор данных рейса. Требования к рабочим характеристикам. Методы и требуемые результаты испытаний». Согласно этому стандарту VDR является судовой системой регистрации параметров движения судна и предназначен для накопления и сохранения в защищённом накопителе информации, касающейся местоположения, движения, окружающей обстановки и команд управления судном.

В IEC 61996 была определена архитектура VDR, включающая два основных блока:

- блок управления данными, выполняющий роль интерфейса судовых устройств и обеспечивающий сбор данных и предварительную запись поступающей информации;
- ударопрочный бортовой регистратор, который за счёт использования защитной капсулы обеспечивает живучесть и восстанавливаемость конечного носителя информации.

Блок управления данными предназначен для установки в относительно благоприятных условиях на мостике. Этот блок соединен с многочисленными судовыми датчиками информации. К ним относятся лаг, гирокомпас, эхолот, радиолокатор, бортовая аппаратура СНС, системы сигнализации (о пожаре, о наличии дыма, о поступлении воды), микрофоны, датчик положения руля, системы дистанционного управления ГДУ и подруливающими устройствами, анемометр и др. Информация от этих датчиков принимается согласно протоколу IEC 61162. Блок управления данными ее упорядочивает, сжимает, образует соответствующую базу данных, хранит ее в своей памяти, записывает данные в защищенный бортовой регистратор.

Основной функцией бортового регистратора («черного ящика») является сохранение информации, собранной с помощью блока управления данными за последние 12 часов, предшествующих инциденту. Эта информация может быть использована при проведении расследования с целью определения причин морского инцидента. Главным элементом конструкции регистратора является защитная капсула, требования к живучести, которой очень жесткие. Она должна гарантировать сохранность записанных данных после воздействия факторов удара, пожара, глубоководного давления и погружения. «Черный ящик» располагается на палубе мостика или на надстройке, чтобы обеспечить легкий доступ к нему снаружи.

Блок управления может включать модуль воспроизведения и оценки данных, который позволяет капитану и штурманскому составу просматривать и анализировать хранимую в «черном ящике» информацию. Такой модуль может быть соединен со станцией спутниковой связи. Это позволяет 12-часовую базу данных отправить через E-mail в офис кампании для просмотра и анализа, если на судне необходима консультация в сложной ситуации.

К регистратору данных рейса прилагаются от 3-х до 9-ти микрофонов для записи переговоров голосом.

Регистраторы данных рейса судна применяются не только при расследовании происшествий. Они также позволяют владельцам судов получать полную информацию о рейсах. На основе данной информации можно:

- проводить профилактику морских происшествий;
- анализировать возможные ситуации в учебных целях и для повышения квалификации команды судна;
- контролировать эффективность и правильность действий экипажа.

В результате, это позволит судовладельцу уменьшить производственные затраты и быстро окупить расходы на установку VDR.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вагущенко Л.Л. Современные информационные технологии в судовождении. Электронное учебное пособие / Л.Л. Вагущенко. – 3-е изд. – Одесса: ОНМА, 2013. – 135 с.
2. Вагущенко Л.Л. Системы автоматического управления движением судна / Л.Л. Вагущенко, Н.Н. Цымбал. – 3-е изд. – Одесса: Фенікс, 2007. – 396 с.
3. Дмитриев В.И. Информационные технологии обеспечения безопасности судоходства и их комплексное использование (e-NAVIGATION) / В.И. Дмитриев. – М.: Моркнига. – 2013. – 175 с.
4. Кошевой В.М. Система и устройства автоматической идентификации судов: учеб. пособие / В.М. Кошевой, А.В. Шишкин, В.И. Купровский. – Одесса: ОНМА, 2005. – 79 с.
5. Рагулин П.Г. Информационные технологии [Электронный учебник] / П.Г. Рагулин – Владивосток: ТИДОТ Дальневост. ун-та, 2004. – 208 с.
6. Судовое оборудование системы дальней идентификации и слежения за судами (Технико-эксплуатационные требования) / Федеральное агентство морского и речного транспорта. – М., 2008. – 27 с.

Учебное издание

**Михайлюк Юрий Петрович
Ломоносов Сергей Евгеньевич
Душко Вероника Ростиславна**

ЦИФРОВАЯ НАВИГАЦИЯ

Учебно-методическое пособие

Редактор – О.В. Дмитриева

Изд. № 2/19. Объем 6,75 п.л.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»