

ОДЕССКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ МОРСКАЯ АКАДЕМИЯ

Кафедра электронных комплексов судовождения

Л.Л.Вагущенко

**Современные информационные технологии
в судовождении**

Электронное учебное пособие по дисциплине
*«Современные информационные технологии
в судовождении»*

Одесса 2013

Вагущенко Л.Л. Современные информационные технологии в судовождении [Электронное учебное пособие] / Л.Л.Вагущенко - Одесса: ОНМА, 2013. – 135 с.

УДК 656.61.052

В учебном пособии рассматриваются теоретические основы организации и построения информационных технологий, а также вопросы реализации инновационных информационных технологий в морском судовождении. Основное внимание уделено проводимому в настоящее время внедрению концепции e-Навигации в практику мореплавания. Кратко охарактеризованы составные элементы создаваемой глобальной интегрированной навигационной системы информационного взаимодействия.

Пособие предназначено для курсантов судоводительской специальности морских академий.

Ил. 21, табл.7, библиогр. 25 назв.

Рецензенты: к.т.н., профессор Алексейчук М.С.
к.т.н., профессор Алексишин В.Г.

Утверждено на заседании кафедры ЭКС,
Протокол №3, от 29.10.2013.

© Вагущенко Л.Л., 2013

ВВЕДЕНИЕ

Все сферы деятельности человека сегодня немыслимы без информационных технологий. Каждая из этих сфер нуждается в переработке огромного количества информации и в информационном обслуживании. Наиболее оптимальным и единственно универсальным средством обработки информации в настоящее время является компьютер, помогающий человеку в его интеллектуальной деятельности. Информационные технологии с применением компьютеров позволяют управлять огромными потоками информации. Эти технологии способны обрабатывать информацию, хранить практически любые ее объемы, передавать сведения в краткие сроки на любые расстояния и отображать результаты обработки данных в виде, облегчающем принятие решений. Стремительно растущий потенциал информационных технологий обеспечивает сокращение издержек в производственной сфере, способствует облегчению и улучшению уровня жизни, открывает новые возможности для людей. Широко используются информационные технологии и в судоходстве. Они позволяют значительно повысить эффективность и безопасность эксплуатации судов, одновременно снижая нагрузку на судоводителей, особенно в сложных условиях плавания.

Пока аварии, связанные с судоходством, продолжают иметь место, несмотря на развитие и доступность современных судовых и береговых систем, предназначенных для улучшения понимания ситуаций и качества принимаемых решений. К этим системам относятся: автоматические идентификационные системы (AIS - Automatic Identification System), электронно-картографические навигационные информационные системы (ECDIS - Electronic Chart Display and Information System), интегрированные навигационные системы (INS - Integrated Navigation Systems), интегрированные системы ходового мостика (IBS - Integrated Bridge Systems), средства автоматической радиолокационной прокладки (ARPA - Automatic Radar Plotting Aids), различные радионавигационные приборы и системы, системы дальней идентификации и слежения (LRIT - Long Range Identification and Tracking), береговые системы управления движением судов (VTS - Vessel Traffic Services), глобальная морская система связи при бедствии (GMDSS - Global Maritime Distress Safety System) и др. Учитывая все еще недостаточный уровень безопасности плавания, необходимы дальнейшие меры по его повышению, в том числе внедрение новых информационных технологий, в частности, развитие e-Навигации. Она представляет собой концепцию для поддержки и улучшения процесса принятия решений через управление морской информацией. Эта концепция развивалась под эгидой ИМО с целью повышения надежности, безопасности, эффективности морских коммерческих перевозок за счет более совершенной организации данных на судах и на берегу, и лучшего обмена информацией

между судами и судном и берегом. Обсуждение вопроса о разработке стратегии е-Навигации было начато в подкомитете по безопасности мореплавания ИМО в июле 2006 на 52-й сессии. На 54-й сессии этого подкомитета в 2008 г. ИМО был принят проект концепции по разработке и внедрению е-Навигации. К этой работе, кроме ИМО, были привлечены Международная ассоциация маячных служб (IALA - International Association of Lighthouse Authorities), Международная гидрографическая организация (ИНО - International Hydrographic Organization,) и Международная электротехническая комиссия (IEC - International Electro technical Commission).

Появление термина «е-Навигация» совпадает со временем быстрого развития новых информационных технологий и внедрением их на судах. Е-Навигация предполагает интеграцию существующих и новых навигационных средств во все объемлющую прозрачную, удобную для пользователя экономически эффективную систему. Это способствует повышению безопасности судовождения, охраны судов и окружающей среды, снижению нагрузки на судоводителей и уменьшению негативного влияния «человеческого фактора». Необходимость е-Навигации обуславливается и следующим. Если дальнейшее развитие технологий на флоте не будет должным образом скоординировано и согласовано, то будет существовать опасность затруднения разработки новых морских навигационных средств из-за отсутствия единых стандартов взаимодействия бортовых и береговых систем, несовместимости бортового оборудования судов. Ожидается, что в процессе развития е-Навигации будут созданы новые бортовые навигационные системы и системы предупреждения столкновений, которые в полной мере используют выгоды от интеграции данных судовых источников и информации для поддержки решений с берега.

На берегу внедрение технологий е-Навигации обеспечит использование виртуальных средств навигационного ограждения, расширит функциональные возможности систем управления движением судов и перечень предоставляемых ими услуг. Повысится уровень поддержки принятия решений по обеспечению безопасности судов при проводке и эффективности движения за счет улучшения координации и обмена данными между судоводителями и береговыми операторами. Кроме того, будет создана инфраструктура связи для передачи информации на судах, между судами, между судном и берегом, между береговыми властями и другими сторонами, имеющая множество преимуществ.

В данном учебном пособии рассмотрены вопросы реализации инновационных информационных технологий в морском судовождении. Основное внимание уделено проводимому в настоящее время внедрению концепции е-Навигации в практику мореплавания. Кратко охарактеризованы составные элементы создаваемой глобальной интегрированной навигационной системы информационного взаимодействия.

Пособие предназначено для курсантов старших курсов судоводительской специальности. Поскольку при изучении учебной дисциплины «Современные информационные технологии в судовождении» они уже хорошо знакомы с традиционными техническими средствами судовождения, в пособии основное внимание уделяется новым образцам этих средств. Как известно, в своей дальнейшей практической деятельности курсанты будут пользоваться источниками информации (картами, пособиями, руководствами и другими документами) на английском языке. В пользовательском интерфейсе навигационных устройств и систем на судах также информация представляется на английском языке. Учитывая это, в пособии используются в основном английские сокращенные названия.

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

А) Международные сокращенные названия

- AIS - Automatic Identification System (Автоматическая идентификационная система);
- ARPA – Automatic Radar Plotting Aids (Средства автоматической радиолокационной прокладки);
- AtoN - Aids to Navigation (Средства навигационного ограждения);
- BWAS - 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);
- ИГО - International Hydrographic Organization (Международная гидрографическая организация);
- ИМО - 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 (Квази зенитная 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 (широко зонная система дифференциальной коррекции),
 WMO - World Meteorological Organization (Мировая метеорологическая организация).

Б) Другие сокращения

ИТ – информационная технология;
 ОСС – обеспечивающие и обслуживающие судовождение средства, системы, службы;
 РЛС – радиолокационная станция;
 РНС – радионавигационная система;
 СНС – спутниковая навигационная система.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

1.1. Определение, свойства и особенности информационных технологий

Согласно определению, принятому ЮНЕСКО, информационная технология (ИТ) - это комплекс взаимосвязанных научных, технологических, инженерных дисциплин, изучающих методы эффективной организации труда людей, занятых обработкой и хранением информации; вычислительная техника и методы организации и взаимодействия с людьми и производственным оборудованием, их практические приложения, а также связанные со всем этим социальные, экономические и культурные проблемы

Более кратко информационную технологию можно определить как процесс, использующий совокупность средств и методов сбора, обработки и передачи данных для получения информации нового качества о состоянии объекта, процесса или явления. Поскольку существенную часть технических средств реализации информационных технологий занимает компьютерная техника, то обычно под информационными технологиями понимаются компьютерные технологии.

Цель информационной технологии - снижения трудоемкости процессов использования информационного ресурса, повышение их надежности и оперативности, производство информации для ее анализа человеком и принятия на его основе решения по выполнению определенных действий.

Применение информационных технологий включает выполнение последовательности действий над информацией с использованием средств и методов автоматизации. Эти действия могут быть объединены в типовые технологические операции [10]:

- сбор и регистрация информации;
- передача информации;
- ввод информации;
- обработка информации;
- вывод информации;
- хранение информации;
- накопление информации;
- поиск информации;
- анализ информации.

Основными свойствами информационной технологии являются:

- целесообразность;
- наличие компонентов и структуры;
- взаимодействие с внешней средой;
- целостность;
- развитие во времени.

Целесообразность – основное в реализации информационной технологии. Она состоит в повышении эффективности производства на базе использования современных компьютеров, распределенной переработке информации, распределенных баз данных, различных информационных вычислительных сетей путем обеспечения циркуляции и переработки информации.

Структура ИТ включает образующие ее компоненты и взаимосвязи между ними.

Взаимодействие информационной технологии с внешней средой – это взаимодействие с объектами управления, предприятиями и системами, наукой, промышленностью программных и технических средств автоматизации.

Целостность ИТ определяется ее способностью решать задачи, не свойственные ни одному из ее отдельных компонентов.

Информационная технология имеет свои методы и средства реализации [10]. Методы ИТ обеспечивают выполнение всех типовых технологических действий при оперировании с информацией. Средства реализации ИТ разделяются на информационные, математические, программные, технические и другие.

Отметим ряд характерных черт ИТ:

- информационные технологии оперируют с данными и/или знаниями;
- процессы обработки данных в информационных технологиях разделяются на операции, соответствующие области применения ИТ;
- управляющие воздействия на процессы в ИТ осуществляются лицами, принимающими решения;
- критериями оптимальности информационных процессов являются точность, надежность, достоверность, полнота информационного продукта и своевременность доставки его пользователям;
- информационные технологии обеспечивают декомпозицию процесса обработки данных на этапы, операции, действия;
- совокупность элементов ИТ обеспечивает достижение поставленной цели.

Можно выделить три основных принципа информационной компьютерной технологии:

- интерактивный (диалоговый) режим работы с компьютером;
- интегрированность с другими программными продуктами;
- гибкость процессов изменения данных и постановок задач.

Компьютерные технологии опираются на организацию интерфейса пользователей с вычислительной системой (так называемого «дружественного интерфейса»), который выражается, прежде всего, в следующем:

- в обеспечении права пользователя на ошибку благодаря защите информационно-вычислительных ресурсов системы от непрофессиональных действий на компьютере;
- в наличии широкого набора иерархических меню, системы подсказок и обучения и т.п., облегчающих процесс взаимодействия пользователя с ПК;
- в наличии системы «отката», позволяющей при выполнении регламентированного действия, последствия которого по каким-либо причинам не удовлетворили пользователя, вернуться к предыдущему состоянию системы.

Говоря о достоинствах информационных технологий, можно отметить следующее. ИТ позволяют активизировать и эффективно использовать информационные ресурсы общества, которые сегодня являются наиболее важным стратегическим фактором его развития. Эффективное использование этих ресурсов (научных знаний, открытий, изобретений, технологий, передового опыта ...) позволяет получить существенную экономию сырья, энергии, полезных ископаемых, материалов и оборудования, людских ресурсов, социального времени.

ИТ дают возможность автоматизировать и оптимизировать информационные процессы, которые в последние годы занимают все большее место в жизнедеятельности человеческого общества.

Информационные процессы являются важными элементами других более сложных производственных или же социальных технологий. В качестве примеров можно привести системы автоматизированного проектирования промышленных изделий, гибкие автоматизированные и роботизированные производства, автоматизированные системы управления технологическими процессами и т.п.

На современном этапе ИТ играют исключительно важную роль в обеспечении информационного взаимодействия между людьми, а также в системах подготовки и распространения массовой информации по каналам телекоммуникационной связи.

Применение обучающих информационных технологий оказалось весьма эффективным для систем образования и самообразования, продолженного обучения, а также для систем повышения квалификации и переподготовки кадров. Большое значение ИТ имеют и в научных исследованиях. Здесь можно отметить:

- методы информационного моделирования исследуемых наукой процессов и явлений, позволяющие проводить «вычислительные эксперименты»;
- методы искусственного интеллекта, дающие возможность находить решения плохо формализуемых задач, а также задач с неполной информацией и с нечеткими исходными данными.
- методы когнитивной компьютерной графики, при помощи которых можно образно представлять различные математические формулы и

закономерности, и находить, используя эти образы, решения весьма сложных задач.

Методы *информационного моделирования глобальных процессов*, особенно в сочетании с методами космического информационного мониторинга, могут обеспечить уже сегодня возможность прогнозирования многих кризисных ситуаций в регионах повышенной социальной и политической напряженности, а также в районах экологического бедствия, в местах природных катастроф и крупных технологических аварий, представляющих повышенную опасность для общества.

1.2. Виды информационных технологий

Выделяют различные виды ИТ [10]. Отметим из них следующие.

Информационная технология обработки данных предназначена для решения хорошо структурированных задач, по которым имеются необходимые входные данные и известны алгоритмы и другие стандартные процедуры их обработки. Эта технология применяется на уровне исполнительской деятельности персонала в целях автоматизации некоторых рутинных постоянно повторяющихся операций управленческого труда. Поэтому внедрение ИТ и систем на этом уровне существенно повышает производительность труда персонала, освобождает его от рутинных операций и приводит к уменьшению численности работников. Существует несколько особенностей, связанных с обработкой данных, отличающих данную технологию от всех прочих:

- выполнение необходимых в данной области задач по обработке данных;
- решение только хорошо структурированных задач, для которых можно разработать алгоритм;
- выполнение стандартных процедур обработки;
- выполнение основного объема работ в автоматическом режиме с минимальным участием человека;
- использование детализированных данных;
- акцент на хронологию событий;
- требование минимальной помощи в решении проблем со стороны специалистов других уровней.

Информационная технология управления. Целью ИТ управления является удовлетворение информационных потребностей командного состава, имеющего дело с принятием решений. Она может быть полезна на любом уровне управления. Эта технология ориентирована на работу в среде информационно-управляющей системы. Она используется при худшей структурированности задач, если их сравнивать с задачами, решаемыми с помощью ИТ обработки данных. Для принятия управленческих решений информация должна быть представлена в агрегированном виде так, чтобы

просматривались тенденции изменения данных, причины возникших отклонений и возможные варианты решения стоящих задач. На этом этапе выполняются следующие задачи обработки данных:

- оценка планируемого состояния объекта управления,
- оценка отклонений от планируемого состояния;
- выявление причин отклонений;
- анализ возможных решений и действий.

Информационная технология поддержки принятия решений.

Системы поддержки принятия решений и соответствующая им информационная технология появились в конце 1970-х - начале 1980-х гг. Этому способствовало широкое распространение персональных компьютеров, стандартных пакетов прикладных программ, а также успехи в создании систем искусственного интеллекта. Главной особенностью ИТ поддержки принятия решений является качественно новый метод организации взаимодействия человека и компьютера. Выработка решения, что является основной целью этой технологии, происходит в результате итерационного процесса, в котором участвуют система поддержки принятия решений, как обрабатывающий информацию рекомендуемый пути решения задач орган, и человек как управляющее звено, задающее входные данные и оценивающее полученный результат вычислений на компьютере. Приведем ряд отличительных характеристик ИТ поддержки принятия решений:

- ориентация на решение плохо структурированных (формализованных) задач;
- сочетание традиционных методов доступа и обработки компьютерных данных с возможностями математических моделей и методами решения задач на их основе;
- направленность на непрофессионального пользователя компьютера;
- высокая адаптивность к особенностям имеющегося технического и программного обеспечения, а также к требованиям пользователя;
- способность информационной системы совместно с пользователем создавать новую информацию для принятия решений.

Информационная технология поддержки принятия решений может применяться на любом уровне управления.

Информационная технология экспертных систем. Наибольший прогресс среди компьютерных информационных систем отмечен в области разработки экспертных систем (ЭС), основанных на использовании искусственного интеллекта. ЭС дают возможность специалисту получать консультации экспертов по любым проблемам, о которых этими системами накоплены знания. Под искусственным интеллектом обычно понимают способности компьютерных систем к таким действиям, которые назывались бы интеллектуальными, если бы исходили от человека. Главная идея использования технологии ЭС заключается в том, чтобы получить от эксперта его знания и, загрузив их в память компьютера, применять всякий

раз, когда в этом возникнет необходимость. Являясь одним из основных приложений искусственного интеллекта, ЭС представляют собой компьютерные программы, трансформирующие опыт экспертов в какой-либо области знаний в форму эвристических правил (эвристик). Эвристики не гарантируют получения оптимального результата с такой же уверенностью, как обычные алгоритмы, используемые для решения задач в рамках технологии поддержки принятия решений. Однако часто они дают в достаточной степени приемлемые решения для практического применения. Все это делает возможным использовать технологию экспертных систем в качестве *советующих систем*. Сходство информационных технологий, используемых в ЭС и системах поддержки принятия решений, состоит в том, что обе они обеспечивают высокий уровень поддержки принятия решений. Однако имеются три существенных различия.

Первое связано с тем, что решение проблемы в рамках систем поддержки принятия решений отражает уровень ее понимания пользователем и его возможности получить и осмыслить решение. Технология экспертных систем, наоборот, предлагает пользователю принять решение, превосходящее его возможности.

Второе отличие указанных технологий выражается в способности ЭС пояснять свои рассуждения в процессе получения решения. Очень часто эти пояснения оказываются более важными для пользователя, чем само решение.

Третье отличие связано с применением нового компонента информационной технологии — знаний.

1.3. Средства, режимы и методы обработки данных

Технологический процесс обработки информации включает совокупность взаимосвязанных ручных и машинных операций по обработке информации на всех этапах ее прохождения с целью получения результатов в форме, удобной для восприятия.

Средства обработки информации. В преобладающем большинстве информационных и информационно-управляющих систем средствами обработки информации являются компьютеры. Их можно разделить на пять классов: нано-, микро-, мини-, большие и супер-ЭВМ.

Нано- и микро-ЭВМ бывают двух видов: универсальные и специализированные. И те и другие могут быть как многопользовательскими, так и однопользовательскими. Первые – это мощные ЭВМ, оборудованные несколькими терминалами и функционирующие в режиме разделения времени (серверы). Однопользовательские (рабочие станции) специализируются на выполнении одного вида работ.

Малые ЭВМ работают в режиме разделения времени и в многозадачном режиме. Их положительной стороной является надежность и простота в эксплуатации.

Большие ЭВМ – (мейнфреймы) характеризуются громадным объемом памяти, высокой отказоустойчивостью и производительностью. Они также обладают высокой надежностью и защитой данных, возможностью подключения большого числа пользователей.

Супер-ЭВМ – это мощные многопроцессорные ЭВМ с быстродействием 40 млрд. и более операций в секунду.

Режимы обработки данных. Режим реализации информационной технологии зависит от объемно-временных особенностей решаемых задач: периодичности и срочности, требований к скорости обработки сообщений, а также от возможностей технических средств, в первую очередь - компьютеров. Существуют режимы обработки: пакетный, диалоговый, реального масштаба времени, разделения времени, регламентный, телеобработки, интерактивный, однопрограммный, многопрограммный.

Пакетный режим. При использовании этого режима пользователь не имеет непосредственного общения с компьютером. Сбор и регистрация информации, ввод и обработка не совпадают по времени. Вначале пользователь собирает информацию, формируя ее в пакеты в соответствии с видом задач или каким-то другим признаком. Как правило, это задачи неоперативного характера, с долговременным сроком действия результатов решения. Этот режим используется, как правило, при централизованном способе обработки информации.

Диалоговый режим. В этом режиме существует возможность пользователя непосредственно взаимодействовать с вычислительной системой в процессе работы. Программы обработки данных находятся в памяти компьютера постоянно, если он доступен в любое время, или в течение определенного промежутка времени. Взаимодействие пользователя с вычислительной системой в виде диалога может быть многоаспектным и определяться различными факторами: языком общения, активной или пассивной ролью пользователя, кто является инициатором диалога - пользователь или компьютер, временем ответа, структурой диалога и т.д. Диалоговый режим требует надлежащего уровня технической оснащенности пользователя, т.е. наличие терминала или персонального компьютера, связанных с центральной вычислительной системой каналами связи.

Режим реального масштаба времени означает способность вычислительной системы взаимодействовать с контролируемыми или управляемыми процессами в темпе их протекания. Время реакции компьютера должно удовлетворять скорости контролируемого процесса или требованиям пользователей и иметь минимальную задержку. Как правило, этот режим применяется при децентрализованной и распределенной обработке данных.

Режим телеобработки дает возможность удаленному пользователю взаимодействовать с вычислительной системой.

Интерактивный режим предполагает возможность двустороннего взаимодействия пользователя с системой, т.е. у него есть возможность воздействия на процесс обработки данных.

Режим разделения времени предполагает способность системы выделять свои ресурсы группе пользователей поочередно. Вычислительная система настолько быстро обслуживает каждого пользователя, что создается впечатление их одновременной работы. Такая возможность достигается за счет соответствующего программного обеспечения.

Регламентный режим характеризуется определенностью во времени отдельных задач пользователя.

Способы обработки данных. Различаются следующие способы обработки данных [10]: централизованный, децентрализованный, распределенный и интегрированный.

Централизованный способ. При таком способе пользователь доставляет на вычислительный центр исходную информацию и получают результаты обработки в виде результативных документов. Особенности централизованного способа являются:

- сложность и трудоемкость налаживания быстрой, бесперебойной связи;
- большая загруженность вычислительного центра информацией, регламентацией сроков выполнения операций;
- необходимость организации безопасности системы от возможного несанкционированного доступа.

Децентрализованная обработка связана с появлением персональных компьютеров, дающих возможность автоматизировать отдельные рабочие места.

Распределенный способ обработки данных основан на распределении функций обработки между различными компьютерами, включенными в сеть. Этот способ может быть реализован двумя путями. Первый предполагает установку компьютера в каждом узле сети (или на каждом уровне системы), при этом обработка данных осуществляется одним или несколькими компьютерами в зависимости от реальных возможностей системы и ее потребностей на текущий момент времени. Второй путь - размещение большого числа различных процессоров внутри одной системы.

Интегрированный способ обработки информации предусматривает создание информационной модели управляемого объекта и распределенной базы данных. Такой способ обеспечивает максимальное удобство для пользователя. С одной стороны, базы данных могут использоваться коллективно и управляться централизованно. С другой стороны, объем информации, разнообразие решаемых задач требуют распределения баз данных. Технология интегрированной обработки информации позволяет улучшить качество, достоверность и скорость обработки, т.к. она

производится на основе единого информационного массива, введенного в компьютер. Особенностью этого способа является отделение технологически и по времени процедуры обработки от процедур сбора, подготовки и ввода данных.

1.4. Защита данных

Расширение круга лиц, имеющих доступ к информационно-вычислительным ресурсам систем обработки данных, к вычислительным сетям, объединяющих территориально удаленных друг от друга пользователей, остро ставит проблему обеспечения надежности данных и защиты их от несанкционированного доступа и съема при обработке, хранении и передаче информации. Поэтому современные ИТ предполагают применение специальных аппаратных и программных средств для защиты информации. Доля затрат на эти средства неуклонно растет. Иногда она составляет почти половину затрат, предназначенных для создания и функционирования информационной системы.

Наряду с позитивным влиянием на все стороны человеческой деятельности широкое внедрение информационных технологий привело к появлению угроз безопасности компьютерных систем, сетей и благосостоянию людей. Информация, создаваемая, хранимая и обрабатываемая средствами вычислительной техники, определяет действия большей части населения и технических систем. В связи с этим резко возросли возможности нанесения ущерба путем хищения и искажения информации. Все виды информационных угроз можно разделить на две большие группы:

- отказы и нарушения работоспособности программных и технических средств;
- преднамеренные угрозы, заранее планируемые злоумышленниками для нанесения вреда.

Для обнаружения и своевременного устранения информационных угроз первого вида применяют следующие специальные способы защиты информации от нарушений работоспособности компьютерных систем [10]:

- внесение структурной, временной, информационной и функциональной избыточности компьютерных ресурсов;
- предотвращение некорректного использования ресурсов компьютерной системы;
- выявление и своевременное устранение ошибок на этапах разработки программно-аппаратных средств.

Структурная избыточность компьютерных ресурсов достигается за счет резервирования аппаратных компонентов и машинных носителей данных, организации замены отказавших элементов и своевременного пополнения резервных модулей.

Внесение *информационной избыточности* выполняется путем периодического или постоянного резервирования данных на основных и резервных носителях. Резервные данные обеспечивают восстановление случайно или преднамеренно уничтоженной и искаженной информации. Для восстановления работоспособности компьютерной системы после появления устойчивого отказа кроме резервирования обычных данных следует заблаговременно резервировать и системную информацию, а также подготавливать программные средства восстановления.

Функциональная избыточность компьютерных ресурсов достигается дублированием функций или внесением дополнительных функций в программно-аппаратные ресурсы вычислительной системы для повышения ее защищенности от сбоев и отказов, например периодическое тестирование и восстановление, а также самотестирование и самовосстановление компонентов компьютерной системы.

Защита от некорректного использования информационных ресурсов заключается в безошибочном функционировании программного обеспечения с позиции применения ресурсов вычислительной системы. Программа может четко и своевременно выполнять свои функции, но некорректно использовать компьютерные ресурсы из-за отсутствия всех необходимых функций (например, изолирование участков оперативной памяти для операционной системы и прикладных программ, защита системных областей на внешних носителях, поддержка целостности и непротиворечивости данных).

Основной опасностью для целостности и конфиденциальности информации являются преднамеренные угрозы, заранее планируемые злоумышленниками для нанесения вреда. Их можно разделить на две группы:

- угрозы, реализация которых выполняется при постоянном участии человека;
- угрозы, реализация которых после разработки злоумышленником соответствующих компьютерных программ производится этими программами без непосредственного участия человека.

Задачи по защите от угроз каждого вида одинаковы:

- запрещение несанкционированного доступа к ресурсам вычислительных систем;
- невозможность несанкционированного использования компьютерных ресурсов при осуществлении доступа;
- своевременное обнаружение факта несанкционированных действий, устранение их причин и последствий.

В обеспечении безопасности данных можно выделить три основные составляющие:

- конфиденциальность - защита информации от несанкционированного доступа;

- целостность - защита точности и полноты информации и программного обеспечения;
- доступность - обеспечение получения информации и основных услуг для пользователя в нужное для него время.

Основным способом запрещения несанкционированного доступа к ресурсам вычислительных систем является подтверждение подлинности пользователей и разграничение их доступа к информационным ресурсам, включающего следующие этапы:

- идентификация;
- установление подлинности (аутентификация);
- определение полномочий для последующего контроля и разграничения доступа к компьютерным ресурсам.

Защита данных обеспечивается совокупностью стандартных мер, включающих: криптографическое кодирование, паролирование, присваивание идентификаторов, электронную цифровую подпись и т.д.

1.5. Пользовательский интерфейс и автоматизированное рабочее место

Пользовательский интерфейс - это методы и средства взаимодействия человека с аппаратными и программными средствами компьютера. Можно выделить следующие требования к пользовательскому интерфейсу.

Работа с системой не должна вызывать у пользователя сложностей в поиске необходимых директив (элементов интерфейса) для управления процессом решения поставленной задачи.

Если в процессе работы с системой пользователем были применены некоторые приемы работы с некоторой частью системы, то в другой части системы приемы работы должны быть идентичны. Также работа с системой через интерфейс должна соответствовать установленным правилам.

Пользователь должен вводить только минимальную информацию для работы и управления системой. Например, он не должен вводить незначимые цифры. Нельзя требовать от пользователя информацию, которая уже была им введена или которая может быть автоматически получена из системы. Желательно, где только возможно, использовать значения по умолчанию, чтобы минимизировать процесс ввода информации.

В процессе работы необходимо, чтобы компьютер обеспечивал пользователя необходимыми инструкциями. Система помощи должна пояснять команды, сообщения об ошибках и вырабатывать подтверждения того, что система делает.

Управляющие средства пользовательского интерфейса трактуются как язык пиктограмм. При этом роль синтаксиса языка играют выразительные формы интерфейса и последовательности манипуляций с ними. В таком виде интерфейса, как командная строка, язык пиктограмм превращается в

конкретный программный язык управления заданиями. Следовательно, управляющая составляющая интерфейса приложения является конкретной реализацией явно или неявно выбранного типа пользовательского интерфейса, его синтаксиса, дизайна и манипуляционных свойств. Выбор типа (или типов) интерфейса в развитом приложении должен определяться характером предметной области.

Из графических управляющих элементов пользовательского интерфейса можно выделить следующие компоненты.

Кнопки используются для выбора опции или вызова события (например, запуск подпрограммы).

Переключатели подобны кнопкам выбора, в которых выбирается значение из фиксированного списка, но в данном случае, пользователь может выбрать более одного значения.

Слайдеры – обычно это элементы полосы прокрутки. Они могут быть помещены в горизонтальную или вертикальную линейку на экране.

Метки и текстовые блоки используются для текстовой информации. Текстовые блоки позволяют вводить данные в поля. Метки – это не редактируемые области, применяемые только для отображения текста, типа подсказок, команд пользователя и т. д.

Списки – специализированные с раскрывающимися значениями средства управления, часто с присоединенными слайдерами, чтобы перемещаться вверх или вниз по списку. Они позволяют выбирать значение из списка или вводить другое значение в присоединенное текстовое поле. Списки – удобный и компактный элемент интерфейса, который занимает минимум места на экране и в то же время несет большую информационную нагрузку.

Необходимый элемент информационной системы – меню, позволяющее пользователю выполнять задачи внутри приложения и управлять процессом решения.

Меню – набор опций, отображаемых на экране, где можно выбирать и инициировать действия. Достоинство меню в том, что можно не помнить название элемента или действия, а только распознать его среди пунктов меню. Таким образом, меню может использовать даже неопытный пользователь.

Меню иногда требует много экранного места. Чтобы его уменьшить, применяют всплывающее или ниспадающее меню. Имеются четыре варианта для организации меню:

- алфавитный;
- по категориям;
- в соответствии с нормальными соглашениями;
- в соответствии с частотой использования.

Пункты меню должны быть краткими, грамматически правильными и соответствовать своему заголовку. Порядок пунктов меню выбирается согласно соглашению, частоте использования, порядку применения, в

зависимости от потребностей задачи или пользователя. Выбор пунктов меню обеспечивается несколькими способами – с помощью клавиатуры, с помощью мыши, а также через другие объекты пользовательского интерфейса. Для экономии времени применяют легко запоминаемые сочетания клавиш для быстрого доступа к пунктам меню.

Формы являются основным элементом графического интерфейса. Назначение форм – удобный ввод и просмотр данных, сообщений, состояния компьютерной системы. Размещение информационных единиц на пространстве формы должно соответствовать логике ее использования.

Навигация обеспечивает пользователю способность перемещаться между различными экранами, информационными единицами и подпрограммами в компьютерной системе.

Существует ряд навигационных средств и приемов, которые помогают оператору ориентироваться в компьютерной системе. Они включают: использование заголовков страниц для каждого экрана, применение номеров страниц, номеров строк и столбцов, отображение текущего имени файла вверху экрана. Тип системы навигации зависит от стиля интерфейса.

Автоматизированное рабочее место (АРМ) служит для обеспечения оператора всеми средствами, необходимыми для выполнения определенных функций. Оно включает персональный компьютер, оснащенный совокупностью профессионально ориентированных функциональных и обеспечивающих информационных технологий и размещенный непосредственно на рабочем месте. Таким образом, АРМ представляют собой вычислительные системы, расположенные на рабочих местах специалистов и служащие для автоматизации их работ.

АРМ дают возможность пользователю работать в диалоговом режиме, оперативно решать текущие задачи, удобно вводить данные, вести контроль, обработку информации, определять достоверность резульатной информации, выводить данные и передавать их через каналы связи.

АРМ обеспечивает выполнения некоторой группы функций. Наиболее простая из них - информационно-справочное обслуживание. Хотя эта функция в той или иной степени присуща любому АРМ, особенности ее реализации существенно зависят от категории пользователя. АРМ имеют проблемно-профессиональную ориентацию на конкретную предметную область. Можно выделить следующие основные функции АРМ:

- удовлетворение информационной и вычислительной потребности специалиста;
- минимальное время ответа на запросы пользователя;
- адаптация к профессиональным запросам;
- простота освоения работы на АРМ;
- возможность работы в сети.

Хотя для каждого объекта управления необходимо предусматривать свое рабочее место, принципы создания любых АРМ являются общими, это:

- системность (АРМ следует рассматривать как систему, структура которой определяется функциональным назначением);
- гибкость (приспособленность системы к возможным перестройкам благодаря модульности построения всех подсистем и стандартизации их элементов);
- устойчивость (способность АРМ выполнять основные функции, независимо от воздействия на него внутренних и внешних возмущающих факторов. Неполадки в отдельных частях АРМ должны легко устраняться, а работоспособность системы - быстро восстанавливаться);
- эффективность (интегральный показатель уровня реализации приведенных выше принципов, отнесенного к затратам на создание и эксплуатацию системы).

1.6. Средства отображения информации

Средство отображения информации (СОИ) обеспечивает ее представление в виде, пригодном для зрительного восприятия. Различают СОИ индивидуального, группового и коллективного пользования.

Первые средства предназначены для одного оператора, вторые – для двух-трех человек, третьи – для коллектива более трех человек. К индивидуальным средствам относятся компьютерные мониторы, различного вида индикаторы и другие устройства, выдающие информацию для одного оператора на его рабочем месте.

В устройствах коллективного пользования отображаемая информация группируется, обобщается, причем таким образом, чтобы она наблюдалась всеми операторами, участвующими в процессе управления. Это обеспечивает согласованность их действий.

СОИ коллективного пользования позволяют осуществлять наблюдение:

- за состоянием управляемых объектов;
- за окружающей обстановкой;
- за общим ходом процесса управления или производства.

На данный момент применяются следующие технические средства отображения коллективного пользования:

- видеостены на базе активных панелей (ЖК, светодиодные, плазменные);
- видеоэкраны обратной проекции;
- системы с прямой проекцией и экраном различных форм;
- лазерные проекционные системы.

На мостике судна используется комплекс устройств отображения, включающий индивидуальные и групповые средства. Они предназначены для выдачи информации вахтенному помощнику либо группе судоводителей о состоянии судна, его положении и параметрах движения, о работе силовых средств, бортового оборудования и других данных. Обобщенными

характеристиками качества СОИ на мостике судна являются время и точность восприятия судоводителем выдаваемой информации. Другая особенность таких современных СОИ - «сращивание» их с системами управления. Развитие бортовых СОИ идёт по пути всё большего использования экранных индикаторов, представляющих интегрированную информацию о процессе судовождения.

Для повышения скорости и точности восприятия поступающей информации при проектировании СОИ выполняются основные эргономические требования. В частности, обеспечиваются:

- максимальное ограничение объёма одновременно выдаваемой судоводителю информации (с сохранением резерва пропускной информационной способности для решения дополнительных задач);
- концентрация и централизация выдачи информации в пределах одного рабочего места;
- наглядность выдаваемой информации, облегчающая быстрое и правильное её восприятие и переработку;
- выдача информации в обработанном и обобщённом виде, исключающем необходимость выполнять вычислительные и логические операции, обобщать разрозненные данные, запоминать предельно допустимые значения параметров и т. п.;
- рациональное оформление выдаваемых данных с использованием мнемосхем, кодирования элементов с помощью формы, цвета, размеров, размещения;
- исключение частой переадаптации и переакомодации глаз оператора.

В береговых системах управления движением кроме индивидуальных и групповых средств отображения информации применяются и коллективные.

Средства отображения информации развиваются так же активно, как и области их применения. В первую очередь, увеличивается их функциональность, растёт размер экрана с сохранением надёжности и времени наработки на отказ, улучшается его разрешение, цветопередача, используется встроенный многоэкранный процессор. Особенности современных СОИ является высокий уровень интеграции средств и методов отображения информации, введение в их состав собственных вычислительных систем, видеопроцессоров, графических адаптеров и др. В этих системах реализуются принципы диалоговых систем с использованием графики, текста, звука, речи, системы поддержки операторов, электронные системы технического обслуживания и т.д. Существенно ускорить процесс ввода-вывода оперативной информации в автоматизированных системах управления позволили успехи электронной технологии в создании речевых систем общения человека с компьютером. Речевые диалоговые системы имеют существенное преимущество перед традиционными средствами общения человека с техническими средствами. Это особенно проявляется в

системах реального времени (предупреждающая информация, рекомендации для выхода из аварийных ситуаций и др.).

2. КОНЦЕПЦИЯ Е-НАВИГАЦИЯ

2.1. Запросы практики

Запросы практики являются стимулирующими условиями для развития новых технологий, средств, систем и другой продукции. Анализ потребностей специалистов, связанных с морским судовождением, позволяет установить, что в настоящее время они заинтересованы в решении таких задач, как:

- интеграция и гармонизация существующих методов навигации, технических средств судовождения и связи на более высоком уровне, чем в настоящее время в INS и IBS;
- выполнение на компьютере в полном объеме с учетом всей необходимой информации планирования рейса;
- определение с высокой точностью моментов времени и координат места в любых районах плавания;
- автоматическая передача всех необходимых сообщений в береговые организации;
- установление обоснованных приоритетов используемых видов информации;
- обеспечение адекватности ситуации ее графического представления;
- применение стандартного интерфейса и органов управления, стандартных режимов работы системы и быстрого их подключения;
- стандартизация и гармонизация сигнализации, тревог и предупреждений с учетом особенностей их восприятия человеком;
- облегчение мониторинга, оценки навигационной обстановки, принятия решений по избежанию столкновений.

2.2. Определение е-Навигации и сфера ее применения

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 соответствующих служб ее обеспечения, охраны на море и защиты окружающей среды.

В общем плане е-Навигация [4, 12] 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.

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.

2.3. Назначение системы и поддержка ее целей

Система е-Навигации создается, чтобы поддерживать процессы принятия решений в морском судоходстве, улучшать работу и предотвращать ошибки человека [18, 19]. Для достижения этих целей бортовые системы должны включать функции анализа, применение которых оказывает помощь судоводителям при исполнении инструкций, при идентификации рисков, при избегании столкновений и посадок на мель. Береговые системы должны анализировать возможность негативного воздействия судов на окружающую среду, осуществлять перспективное планирование их движения, оценку степени риска, сообщать о возможности происшествий и мерах для их предотвращения. Внимание также должно быть уделено использованию анализа для оперативного реагирования на различные неблагоприятные обстоятельства, планированию ответных мер, обнаружению и предотвращению происшествий, обеспечению готовности ресурсов управления и связи, восстановлению функциональности.

Одна из целей е-Навигации состоит в объединении судоводителей и операторов VTS в единую команду для достижения безопасного судоходства путем обмена информацией. Выделяют семь ключевых компонентов е-Навигации, которые применимы как на борту судна, так и на берегу:

1. Электронные карты и информация о погоде;
2. Электронные сигналы о позиции;
3. Электронная информация о маршруте судна, о курсе, о маневрировании;

4. Передача навигационной информации;
5. Отображение информации;
6. Информационные сообщения, определение приоритетов и возможность предупреждений;
7. Передача оповещений о бедствии и морская информация по безопасности.

Е-Навигация должна гарантировать также прием на берегу и на судах информации от средств навигационного ограждения и передачу им данных стандартизированным согласованным способом, чтобы облегчить оценку навигационной обстановки [12]. Важными проблемами е-Навигации также являются:

- определение ответственности провайдера услуг (особенно для глобальных и широко зонных позиционных систем) для несчастных случаев, вызванных нерабочим состоянием этих систем;
- налаживание международного сотрудничества между поставщиками услуг GNSS и другими службами (коммерческими, поиска и спасения, связанными с определениями места, с обеспечением безопасности жизни и т.д.);
- решение проблемы ответственности основного и дополнительных навигационных системных провайдеров.

В детальном виде главные цели е-Навигации сформулированы ИМО совместно с IALA и ИНО [20]. Этими целями являются:

1. Повышение уровня безопасности мореплавания и судоходства при более полном учете навигационной, гидрографической и метеорологической информации;
2. Совершенствование наблюдения за судами, мониторинга и управления движением судов со стороны береговых служб;
3. Повышение уровня достоверности, доступности, целостности данных и непрерывности обмена ими в системах обеспечения безопасности мореплавания;
4. Предупреждение навигационных аварий, повышение эффективности мероприятий по предотвращению чрезвычайных происшествий;
5. Развитие систем связи для удобного обмена данными между судами, судном и берегом, береговыми объектами и другими пользователями;
6. Повышение эффективности перевозок и логистики;
7. Улучшение эффективности служб поиска и спасения;
8. Интегрирование информационных систем на судах и берегу, рост качества представления информации для минимизации ошибок персонала в процессе принятия управленческих решений;
9. Согласование стандартов по совместимости оборудования, систем и символики;
10. Повышение эффективности процессов обучения персонала.

Основой выполнения поставленных задач являются три базовых компонента е-Навигации:

- судовые системы;
- береговые и спутниковые системы;
- инфраструктура связи.

Судовые навигационные системы объединяются в единый комплекс бортовых датчиков, обеспечивающих судоводителя необходимой информацией, а так же в единую систему управления охранными зонами и оповещением. Элементами такой системы являются электронные позиционные средства с высоким уровнем интеграции, официальные векторные электронные навигационные карты (ENC) и функции минимизации влияния человеческого фактора, позволяющие снизить нагрузку на судоводителей.

Система управления движением судов с работой соответствующих береговых служб реализует схемы поддержки и координации решений в мореплавании, а также обмен данными в форматах понятных для операторов береговых служб и судоводителей. Это повысит безопасность и эффективность эксплуатации морских судов.

Коммуникационная инфраструктура обеспечит авторизованную прямую передачу информации на судно, между судами, между судном и берегом, а также между береговыми службами и другими сторонами со всеми сопутствующими преимуществами.

Основные цели е-Навигации достигаются за счет лучшего использования таких элементов, как:

- согласованные и стандартизированные данные и информационный обмен;
- совместимость коммуникационных технологий, связанных с ними протоколов и архитектуры системы в соответствии с инструкциями ИТУ;
- информационный анализ и управление системами, разработанными в соответствии с требованиями ИМО;
- мостиковые дисплеи и интерфейсы с возможностью представления информации в стандартизированном формате;
- высокая целостность информации о позиции и времени;
- относящиеся к навигации данные, такие как гидрографическая, метеорологическая и другая информация.

Следует отметить, что е-Навигация - это поэтапная динамически развивающаяся концепция, которая будет постоянно дорабатываться по мере того, как будут появляться новые задачи и требования пользователей, а также технологические возможности для их выполнения.

2.4. Подготовка пользователей

При реализации концепции е-Навигации особое внимание уделяется человеческому фактору, причем как на уровне разработки технических решений (интерфейсы, режимы воспроизведения информации, учет особенностей судового состава, операторов систем управления движением судов и т. п.), так и в части профессиональной подготовки. С приходом

электронных навигационных средств роль специалиста на судне изменилась. Однако морское сообщество оказалось не до конца подготовленным к принятию таких изменений [8]. В такой же ситуации находятся и береговые службы. Поэтому одной из задач е-Навигации является пересмотр существующего подхода к обучению для того, чтобы повысить уровень принятия решений судоводителями и операторами береговых служб, используя надежные электронные технологии и системы управления информацией.

Очевидно, что внедрение в практику судовождения принципов е-Навигации потребует коренного пересмотра программ подготовки судоводителей. Необходимо будет найти и соблюсти определенный баланс между методами традиционной навигации и е-Навигации, чтобы риск неправильных действий в случае вынужденного перехода от методов е-Навигации к традиционной навигации был минимальным. Так или иначе, применение новых информационных технологий на судах и в береговых службах потребует обучения работы с этими технологиями, т.е. новых знаний. Приобретение таких знаний приведет к повышению грамотности принятия решений в обычных и критических ситуациях, повысит уровень безопасности мореплавания.

Концепция е-Навигация подразумевает улучшение и наращивание традиционных средств судовождения путем интеграции возможностей человека и машины. Электронная аппаратура - это эффективный инструмент для осуществления непрерывного контроля процесса судовождения путем выполнения стандартных операций измерения навигационных параметров, их обработки, сравнения данных от различных источников и других рутинных операций. Эти операции судоводитель не может выполнять достаточно быстро и надежно. На них он тратит время, отвлекаясь от своих главных обязанностей на вахте. Электронные средства хорошо приспособлены для выполнения функций мониторинга протекания процессов.

Однако задачи более высокого уровня, такие как принятие решений по управлению судном, часто непосильны для компьютеров. Преимущество людей заключается в том, что они обладают интуитивным знанием, могут заниматься абстрактными проблемами и решать слабо формализуемые задачи. Поэтому е-Навигация будет только дополнением к традиционной навигации и не сможет заменить последнюю в обозримом будущем. Существующие и новые интегрированные автоматизированные системы на флоте должны рассматриваться лишь как средства, оказывающие судоводителю помощь при принятии решений. Он их принимает, опираясь на собственный опыт и хорошую морскую практику. Ответственность за решения по управлению процессом судовождения всегда лежит на судоводителях и операторах береговых служб.

3. СТРУКТУРА СИСТЕМЫ Е-НАВИГАЦИИ

3.1. 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 технологии, 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.

3.2. 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 [24], приведенном на рис. 3.1.

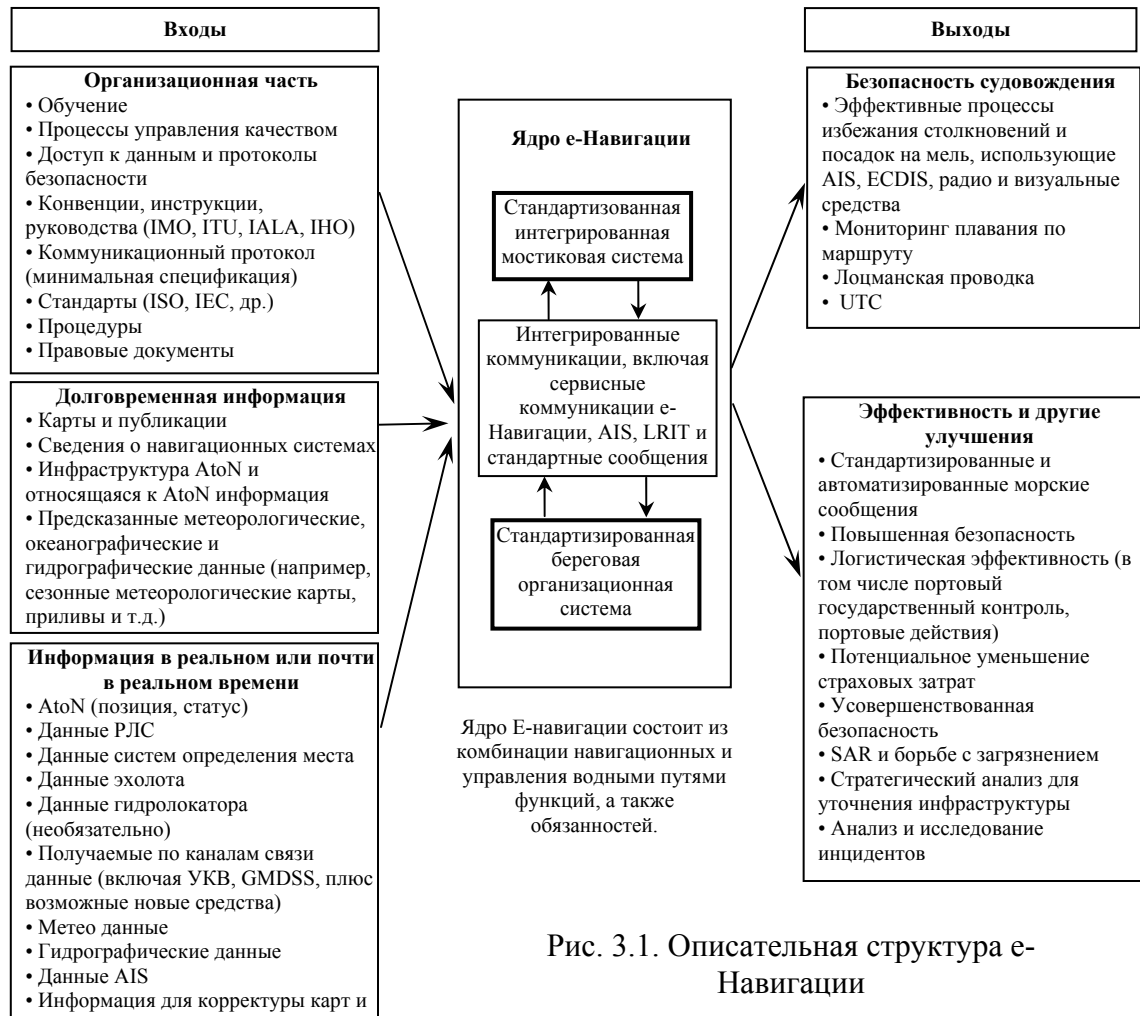


Рис. 3.1. Описательная структура е-Навигации

По функциональному признаку входящие в е-Навигацию ОСС 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 [23] представлена на рис. 3.2.

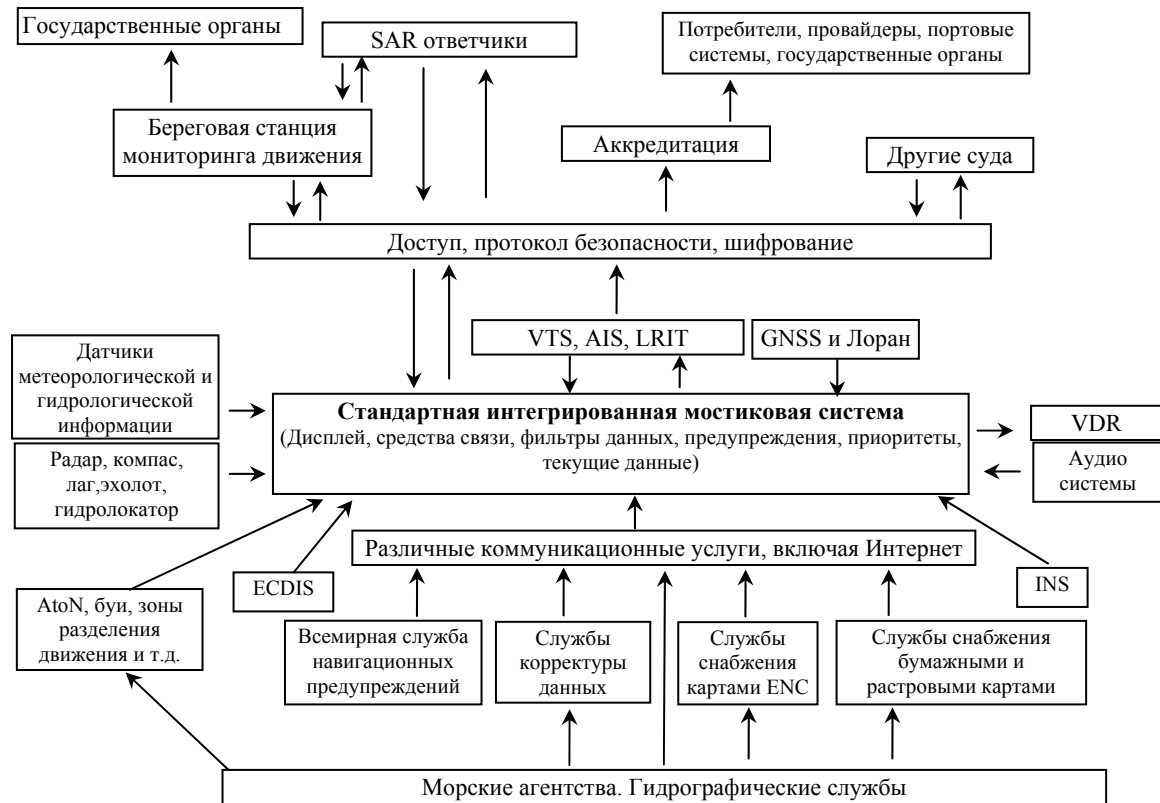


Рис. 3.2. Функциональная структура системы е-Навигации

Использованные на рисунках 3.1, 3.2 аббревиатуры даны в начале учебного пособия в перечне сокращений.

3.3. 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. Последняя информация может быть двух типов – статическая и динамическая [12]. К статическим данным относятся:

- батиметрические с координатной привязкой;
- нормативные зоны и районы;
- физиография классификации морского дна;
- археологические (затонувшие корабли, исторические памятники);
- критических местообитаний (например, нереста рыбы, коралловых рифов, мест гнездования, бентические среды);
- подводные кабели и трубопроводы.

Динамическими являются такие данные:

- приливы и сгонно-нагонные уровни (в реальном времени, прогнозируемые);
- течения (скорость, направление, время возникновения);
- ледовое покрытие;
- метеорологические (скорость и направление ветра и др.);
- океанографические (высота и направление волн, соленость, температура);
- морские млекопитающие (например, находящихся под угрозой исчезновения киты).

Условно в морской информации в зависимости от времени “старения” можно выделить такие виды данных:

- долговременные (медленноменяющиеся);
- краткосрочные;

- подлежащие непрерывному обновлению.

Иногда первые данные называют статическими, вторые динамическими, а третьи – оперативными.

Данные в обслуживающих судовождение системах (ОСС) хранятся в виде баз и других структурированных массивов. Базы, хранящие статическую информацию, называют статическими, а базы, содержащие динамическую информацию – динамическими.

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.

Системные программы включают в себя операционные системы и программы обслуживания. Операционные системы обеспечивают требуемый уровень эффективности системы за счет автоматизированного управления ее ресурсами и предоставляемого пользователю набора услуг. Программы обслуживания предназначены для оказания услуг общего характера пользователям и обслуживающему персоналу системы. В программах обслуживания можно выделить:

- тестовые и диагностические программы;
- антивирусные программы;
- системные оболочки и др. вспомогательные средства.

При выборе программ обслуживания учитывают тип операционной системы, под управлением которой функционирует интегрированная система, объем пакета прикладных программ и перечень выполняемых с их помощью задач, а также другие требования.

Прикладные программы характеризуются следующей номенклатурой:

- специализированные программные средства (программы решения задач, ради которых создана система);
- системы подготовки документов;
- системы управления базами данных.

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. Знание обстановки включает в себя следующие требования к представлению данных:

- отображение информации должно быть оперативным и характеризовать ситуацию на текущий момент времени без существенного запаздывания;

- представление ситуации должно быть наглядным, т.е. четким, ясным, не загроможденным второстепенными деталями, важную информацию следует выделять;
- отображение должно быть полным, т.е. давать всю необходимую информацию для принятия решений;
- отображение должно быть адекватным, т.е. отражать существенные для решаемой задачи стороны ситуации с требуемой точностью;
- при отображении необходимо иметь возможность прогнозирования элементов ситуации на определенное время вперед;
- дополнительная информация, которая может понадобиться в связи с решаемой задачей, должна быть «под рукой».

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. Как указывалось выше, основные цели е-Навигации были определены на 58-й сессии подкомитета по безопасности мореплавания ИМО, 2012 г. [20]. Отметим из этих целей те, которые непосредственно связаны с отображением информации в е-Навигации:

- интегрирование информации и представление ее на борту и на берегу через человеко-машинный интерфейс, который должен исключать путаницу и неправильные толкования со стороны пользователей;
- представление информации на борту и на берегу в виде, уменьшающем рабочую нагрузку на пользователей, а также обеспечивающем эффективную поддержку принятия решений;
- облегчение глобального охвата данных ОСС, применение единых стандартов, а также взаимной лингвистической совместимости водящих в е-Навигацию систем с тем, чтобы избежать непонимания между пользователями.

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.

Чтобы отображение было адекватным и облегчало принятие решений, должна быть возможность его изменения с целью приспособления к особенностям решаемых задач, обстоятельствам и условиям плавания, а также к потребностям пользователя.

Наряду с этим в дисплеях бортового навигационного оборудования на всех судах целесообразно иметь и стандартные, одинаковые формы отображения информации, включающие основные требуемые в разных ситуациях данные. Эти формы и их содержание должны быть знакомы всем судоводителям и лоцманам, что позволит им сразу без затруднений быстро оценить сложившуюся ситуацию. Эти стандартные формы изображения должны вызываться одним действием оператора.

С течением времени все большее число относящихся к навигации данных будут становиться доступными в автоматизированных навигационных комплексах, и угроза перенасыщения их экранов информацией будет возрастать. Поэтому в бортовых системах необходимы средства, помогающие вахтенному помощнику не допускать показа на экранах слишком большого объема дополнительной информации, которая может скрыть основную информацию или привести к путанице и затруднить принятие решения.

Чтобы повысить надежность навигации, отображение на дисплее должно дополняться автоматической сигнализацией, визуальными и голосовыми предупреждениями об элементах обстановки, требующих внимания вахтенного помощника, а также его действий.

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.

3.4. Обеспечение совместимости охватываемых е-Навигацией систем

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.

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 [25]. 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.

S-57 - это стандарт ИО для обмена цифровыми гидрографическими данными между гидрографическими службами и для передачи таких данных изготовителям навигационных средств, морякам и другим пользователям. До настоящего времени S-57 использовался почти исключительно для кодирования официальных векторных навигационных электронных карт (ENC) и для использования в ECDIS. Формат S-57 имеет много хороших сторон, но в нем есть и ограничения, так как этот стандарт:

- разработан в первую очередь для удовлетворения требованиям ИМО и ИО к ENC и ECDIS;
- не обладает гибкостью и открытостью;
- не может поддерживать многие виды данных;
- не обеспечивает возможности использования в широком диапазоне приложений;
- сосредоточен исключительно на производстве и обмене данными ENC.

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. Другими целями S-100 являются [25]:

- Отделение содержания данных от их носителя. В результате данными можно управлять и их кодировать, не будучи постоянно привязанными к одному механизму обмена информацией.
- 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.
- Соответствующая ISO (International Organization for Standardization) регистрация на веб-сайте ИО, 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:

- Использование разработанных ISO компонентов и терминологии поможет гарантировать, что стандарт S-100 и его будущие расширения будут находиться в русле геопроостранственной 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).

- Соответствие стандарту ISO/TC211 максимизирует использование коммерческого программного обеспечения и его развитие.
- Новые компоненты S-100 не будут разработаны в отрыве от остальной части геопространственных информационных технологий сообщества.
- Любые новые требования могут быть включены в пределах установленной структуры основных стандартов ISO/TC211.
- S-100 будет взаимодействующим с другими стандартами ISO/TC211, как, например, NATO DIGEST.
- Существует множество национальных органов по стандартизации, которые смогут использовать все преимущества S-100, совместимым с ISO/TC211 стандартами.
- Совместимые гидрографические данные будут доступны не только гидрографическим службам и ECDIS.
- Гидрографические службы смогут использовать разные источники совместимых геопространственных данных, например, комбинировать топографические и гидрографические данные для создания карт прибрежных зон.

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 ИО 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:

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

- 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.

Таблица 3.1. – Данные по умолчанию для задачи «Мониторинг маршрута»

Функция	Установка
Категория дисплея	ECDIS стандартный дисплей
Выбранная область моря	Вокруг собственного судна с соответствующим смещением
Шкала дальности	3 мили
Ориентация	По норду, истинное движение
Ручная корректура	Если применена
Заметки оператора	Если вставлены
Датчик позиции	GNSS (системное место судна обеспечивается INS)
Прошлый путь	Включено
Выбранный маршрут	Последний выбранный маршрут, включая его параметры
Время упреждения	6 мин

Таблица 3.2. – Данные по умолчанию для задачи «Предупреждение столкновений»

Функция	Установка
Частотная полоса	X-band, если выбирается
Усиление и функции подавления помех	Автоматически оптимизируются
Настройка	Автоматически оптимизируется
Шкала дальности	6 миль
Неподвижные круги дальности	Выключено
Подвижные круги дальности	Включен один
Электронные визиры	Включен один
Параллельные индексные линии	Выключены или последняя установка, если применялась
Режим дисплея изображения	Истинное движение, ориентация по норду
Смещение центра	Соответствующее обстановке
Следы «целей»	Включено
Последние позиции	Выключено
Сопровождение РЛС «целей»	Продолжается
Векторный режим	Относительный
Время вектора	6 мин
Автоматический захват «целей»	Выключено
Графический AIS дисплей для сообщений о «целях»	Включено
Слияние РЛС и AIS «цели»	Включено
Оперативные сигналы (кроме предупреждения столкновений)	Выключено
Предупреждение о столкновении	Включено (предел CPA 2 мили; TCPA - 12 мин)
Отображение схем, навигационные линии и маршруты	Последняя установка
Отображение карт	Выключено

Отметим, что согласно пересмотренных Performance Standards for Integrated navigation systems (резолюция IMO MSC.252(83), 2007), INS

должна предложить в качестве основных эксплуатационных установок следующие по умолчанию конфигурации отображения для задач мониторинга маршрута и предупреждения столкновений (табл. 3.1, 3.2).

4. НАВИГАЦИОННЫЕ СРЕДСТВА

4.1. Требования е-Навигации к определениям места

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

- соответствующая требованиям резолюции ИМО 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. 4.1.

Таблица 4.1 – Минимальные требования к точности определения места

Применение	95% погр, 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

4.2. Судовые навигационные средства

Технические навигационные средства могут быть судовыми, береговыми и космическими.

К судовым средствам относятся компасы, лаги, эхолоты, навигационные РЛС, САРП, приемоиндикаторы или приемники береговых и спутниковых навигационных систем, инерциальные системы, интегрированные навигационные системы, ECDIS, интегрированные системы ходового мостика и др. Кратко охарактеризуем в этом параграфе только несколько новых образцов приборов из приведенного списка.

Новые виды компасов. На судах уже находят применение электронные магнитные компасы, волоконно-оптические и лазерные гироскопы, 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 KVH Industries (рис. 4.1), «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 производятся 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. 4.1. 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.

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. 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. 4.2). 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 - $0.4^\circ \text{sec} \varphi$, где φ – широта места;
- Углов до 45° килевой и бортовой качки - 0.1° ;
- Угловой скорости - $0.018^\circ/\text{мин}$.

Эти характеристики соответствуют требованиям ИМО А.694(17), ИМО А.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. 4.2. 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 ИМО, 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 кратко характеризуются в параграфе 4.4.

ECDIS – это система с официальными векторными электронными картами (ENC), удовлетворяющая специальным требованиям ИМО, ИНО, IЕС, что согласно СОЛАС74 определяет ее как альтернативу официальным бумажным картам [5, 12]. ECDIS хранит и отображает электронные карты, предоставляет информацию и функции для планирования перехода, выполняет прокладку пути судна, регистрирует данные перехода, предупреждает о событиях, требующих внимания или действий вахтенного помощника и выполняет другие операции.

На законном основании, на судне можно не иметь бумажных карт и использовать электронную прокладку без дублирования ее графической прокладкой на бумажной карте, когда:

- ECDIS сертифицирована классификационным обществом;
- ECDIS снабжена одобренной резервной системой, которая имеет достаточные средства для обеспечения безопасного судовождения на оставшейся части рейса в случае выхода основной ECDIS из строя;
- При прокладке применяются только официальные векторные карты - ENC;
- ENC откорректированы по дате использования.

Инерциальные системы, или входящие в бортовую навигационную аппаратуру инерциальные измерительные модули (Inertial Motion Unit – IMU) позволяют определять положение судна без использования радионавигационных систем [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 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.

4.3. Совмещенные системы РЛС-ECDIS

В 2004 года была принята резолюция IMO MSC.192(79) «Adoption of the revised performance standards for radar equipment», требования которой распространяются на РЛС, устанавливаемые на суда, начиная с 01.07.2008 г. Согласно этой резолюции новые радары должны: принимать и показывать информацию AIS, строить упрощенные электронные карты, выполнять

функции САП [5]. 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 и значительно улучшить контроль навигационной обстановки. Среди этих систем можно назвать «Chart Radar JMA-900B» и «Chart Radar JMA-900M» компании JRC, «Synapsis Chart Radar» компании Raytheon Anschütz, «VisionMaster FT Chart Radar» компании Sperry Marine, «FAR-3000» компании Furuno. 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.

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

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 и 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. 4.3).

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-900В 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-900В, как и в серии радаров JMA-9100, имеется дополнительное переключение режимов дисплея.



Рис. 4.3. Экран системы РЛС-ECDIS

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

4.4. Бортовые навигационные комплексы

Интегрированные навигационные системы (Integrated Navigation System - INS) комплексно используют информацию нескольких навигационных датчиков [5]. Комплексование – 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 (УКС) и профиль УКС;

- 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.

В 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. 4.4). Эта IBS [6] 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.



Рис. 4.4. Интегрированная мостиковая система «*Synapsis Bridge Control*»

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.

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 radar является одним из наиболее чувствительных устройств для обнаружения и сопровождения «целей». Он обеспечивает надежную работу даже в тяжелых погодных условиях. Уникальная SeaScout функция избегания столкновений дает возможность отображать «по го» 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. Достоинствами этого устройства являются:

- Полная информация на дисплее о процессе навигации и состоянии машины для повышения безопасности и упрощения несение вахты;
- Отдельные режимы (формы) отображения для различных видов маневрирования, например: вождения по маршруту, докования, навигации, управления датчиками, презентации предупреждений;
- Гибкость выбора индивидуальных конфигураций страниц дисплея;
- Индикация данных о состоянии всех устройств и функций;
- Автоматический и ручной выбор навигационных датчиков;
- Регистрация данных (курс, угол руля, скорость поворота, глубина);
- Возможность управления предупреждениями для навигационного оборудования;
- Выносные дисплеи на крыльях мостика (например, для операций докования);

- 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 проводку 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.

Система «Synapsis Bridge Control» поставляется в разных конфигурациях от экономной для малых судов до весьма дорогостоящей, самой полной для крупнотоннажных океанских судов.

4.5. Спутниковые навигационные системы (СНС)

СНС [1, 5, 12] 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. 4.2, 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.

Таблица 4.2. - 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	Псевдораздально-скоростной	Псевдораздально-скоростной
Погрешности (95%) аппаратуры гражданских потребителей при определении: Плановых координат, м. Высоты, м Скорости, м/с	10 15 0,05	10 15 0,05

В ближайшее время все спутники нынешнего стандарта GPS будут заменены новой версией GPS IIF. Аппараты этой версии имеет ряд преимуществ, в том числе они более устойчивы к помехам. Но главное, что GPS IIF обеспечивает более высокую точность определения координат. Если по нынешним спутникам место находится с погрешностью 8-10 м. при хороших условиях, то по новым, как ожидается, - порядка 1 м. Повышенная точность спутников GPS нового поколения стала возможной благодаря использованию более прецизионных атомных часов. На сентябрь 2013 года на орбиту выведены первые четыре спутника из новой версии GPS IIF.

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.

Наземные системы дифференциальной коррекции. Признанным международным методом передачи дифференциальных поправок морским пользователям является применение местных станций радиовещания IALA [5, 12]. 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 отправки 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 [1].

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

Точность определения места по СНС. Как упоминалось выше, 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 «eLoran») и другим позиционным датчикам как потенциальным компонентам e-Навигации.

Бортовая аппаратура СНС. Спутниковые навигационные системы GPS и ГЛОНАСС изначально создавались для определения позиции судов и самолетов. Преобладающее большинство судовой аппаратуры этих систем предоставляет координаты места, путевой угол и путевую скорость судна, точное время. Рекомендации по эксплуатационным требованиям к такому судовому приемному оборудованию GPS приведены в резолюции Ассамблеи ИМО А.819(19), 1995 г. Следует отметить, что в современной бортовой аппаратуре GNSS имеется автономный контроль целостности (АКЦ). Эта технология использует избыточные измерения в навигационном приемнике для подтверждения стандартной точности получения позиции. Обычно АКЦ только производит обнаружение недопустимых погрешностей в данных спутников. Ряд новых приемников имеют функцию не только обнаружения, но и исключения таких данных. Это позволяет приемникам продолжать выполнять надежные определения при отказе одного спутника GNSS.

Работа АКЦ основывается на избыточных измерениях псевдодальности. Для обнаружения неисправного спутника требуется минимум пять измерений, а для того, чтобы изолировать и исключить неисправный космический аппарат - минимум шесть измерений. Необходимость избыточных измерений уменьшает доступность и непрерывность АКЦ в затененных областях. В зависимости от геометрии спутников, могут понадобиться дополнительные измерения для выполнения процесса АКЦ с соответствующим уровнем достоверности.

По сигналам спутников СНС могут находиться не только координаты места, путевой угол и скорость судна, точное время, но и другие параметры движения судна: курс, углы бортовой и килевой качки, просадка судна и др.

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. 4.5).



Рис. 4.5. 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 имеет такие характеристики:

- Средняя квадратичная погрешность (СКП) показаний курса – $\pm 0.3^{\circ}$;
- СКП показаний угла бортовой (килевой) качки – $\pm 0.3^{\circ}$;
- 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 гироскопа, вообще мала. Основной недостаток спутниковых указателей курса по сравнению с ГК – неавтономность.

Спутниковые измерители скорости судна. Для измерения абсолютной продольной и поперечной скорости судна относительно дна и оптимизации дифферента компания «Fugro» (Норвегия) создала специальную бортовую многофункциональную систему - Marinestar Maneuvering System (Marinestar MS). Она базируется на DGNSS (DGPS и ДГЛОНАСС) бортовом приемнике с дополнением ФУРГО спутникового вещания. Эта система может применяться взамен доплеровского лага, так как удовлетворяет требованию СОЛАС об измерении истинной скорости для судов вместимостью 50 000 брт. и более. Система Marinestar MS способна заменить гироскоп. Она точнее ГК и не требует как он довольно сложного

техобслуживания и связанных с этим расходов. Система Marinestar MS является:

- передающим курс устройством (альтернатива ГК);
- индикатором скорости поворота;
- измерителем скорости и расстояния (альтернатива доплер лагу);
- точной позиционной системой;
- помощью при швартовке путем отображения расстояния до причала;
- средством сигнализации о дрейфе к причалу;
- сигнализатором о просадке.

Динамический дифферент судна вычисляется путем использования двух GNSS антенн. Программное обеспечение предоставляет возможность вручную ввести информацию об оптимальном дифференте как матрицу скорости, осадки и наилучшего значения дифферента. Это помогает оператору быстро оценить правильность дифферентовки судна в любой момент времени. Оптимизация дифферента позволяет сэкономить топливо от 2% до 5% в год.

Система Marinestar MS получила одобрение немецкого морского гидрографического агентства (BSH) как средство измерения скорости и расстояния, а также как передающее курс устройство.

Спутниковые бортовые измерители движения корпуса судна. Система «GPMS-2000». Одним из спутниковых бортовых датчиков параметров качки судна является «GPMS-2000» (GPS motion system), серийно выпускаемый фирмой SIREHNA. Эта основанная на GPS система улучшает анализ движения корпуса судна. Она включает четырех антенную систему (рис. 4.6) и специальный GPS приемник. Кроме координат позиции судна, путевого угла и путевой скорости, «GPMS-2000» измеряет курс судна и элементы качки. Определения угловых параметров качки характеризуется СКП $\pm 0,3^{\circ}$; линейные перемещения находятся с точностью ± 10 см.

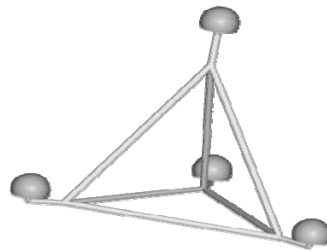


Рис. 4.6. Антенна спутникового датчика параметров движения судна

Данные GPMS-2000 о путевой скорости позволяют с достаточной точностью установить величину ее падения при движении на волнении. Сведения о параметрах качки используются для оценки мореходности судна и для предупреждений об опасных условиях эксплуатации.

Система «Seapath 200». С целью повышения точности и надежности измерений параметров качки, предназначенные для этой цели спутниковые

приемоиндикаторы комплексуются с IMU. Примером является система «Seapath 200» фирмы SEATEX, включающая двух антенную спутниковую бортовую аппаратуру и инерциальный датчик.

Интегрированная навигационная система «Seapath 200» предназначена для таких приложений, как гидрографические съемки, дноуглубительные работы, океанографические исследования, сейсмические работы и морское строительство, где для обеспечения точной работы многолучевых эхолотов, гидроакустических систем позиционирования необходим мониторинг движения корпуса судна. «Seapath 200» может также использоваться для непрерывной калибровки гирокомпаса на борту судна.

Система «Seapath 200» в режиме реального времени обеспечивает высокую точность курса, высоты и местоположения путем совмещения лучших характеристик датчика инерциальной навигации и GPS. В этой системе с помощью фильтра Калмана комплексно используется информация от инерциального измерительного модуля (IMU) и двух антенной аппаратуры. IMU содержит высокоточные линейные акселерометры и гиро датчики угловой скорости.

Точность измерений параметров движения судна характеризуется следующими 95% погрешностями:

- Курс - 0.10° при расстоянии между антеннами (базе) 4 м и 0.15° при базе 2.5 м;
- Бортовая и килевая качка - 0.04° при амплитуде качки $\pm 5^\circ$;
- Вертикальная качка - 5 см или 5% в зависимости от того, что больше;
- Местоположение - 1.5 м с DGPS или SBAS;
- Скорость - 0.07 м/с с DGPS.

4.6. Береговые радионавигационные системы (РНС)

К береговым РНС относятся гиперболические системы дальней навигации «Loran-C» («eLoran») и российская РНС «Чайка» [1, 12].

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» [1, 12, 21]. Костяк системы «eLoran» образуют (рис. 4.7) модернизированные центры управления, передающие станции и пункты контроля (мониторинга).

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. Она способна поддержать 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.

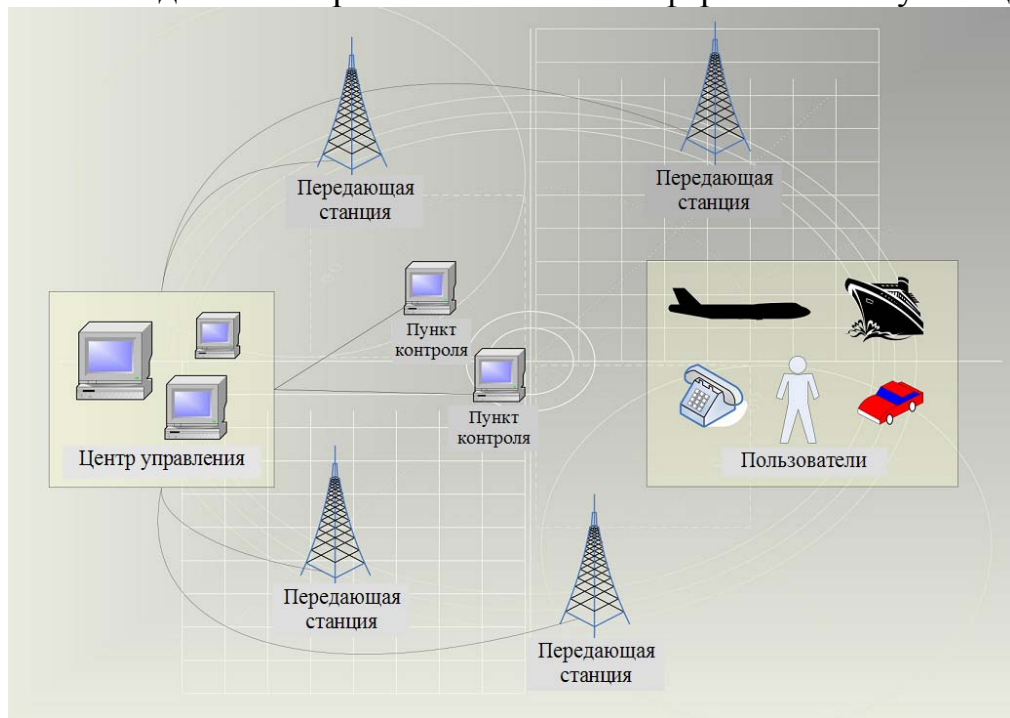


Рис. 4.7. Компоненты РНС «eLoran»

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 e-Навигации и поддержать безопасность через избыточность данных. Достигнутая цель может также привести к сокращению числа традиционных средств навигационного ограждения (огней, буйев, 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, ИМО, 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.

Система «eLoran» должна удовлетворять таким требованиям:

- Точность определения места 8–20 м;
- Точность определения времени, шкала UTC.....50 нс;
- Доступность.....0,999–0,9999
- Целостность.....0,9999999 ($1 \cdot 10^{-7}$)
- Непрерывность0,999–0,9999 свыше 150 с

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 подтвердить подлинность сигнала РНС «eLoran» и предназначенные только для официальных пользователей, не связанных с навигацией;
- дифференциальные поправки к данным GNSS.

РНС «eLoran» 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 «eLoran» 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 «eLoran» 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. 4.8.

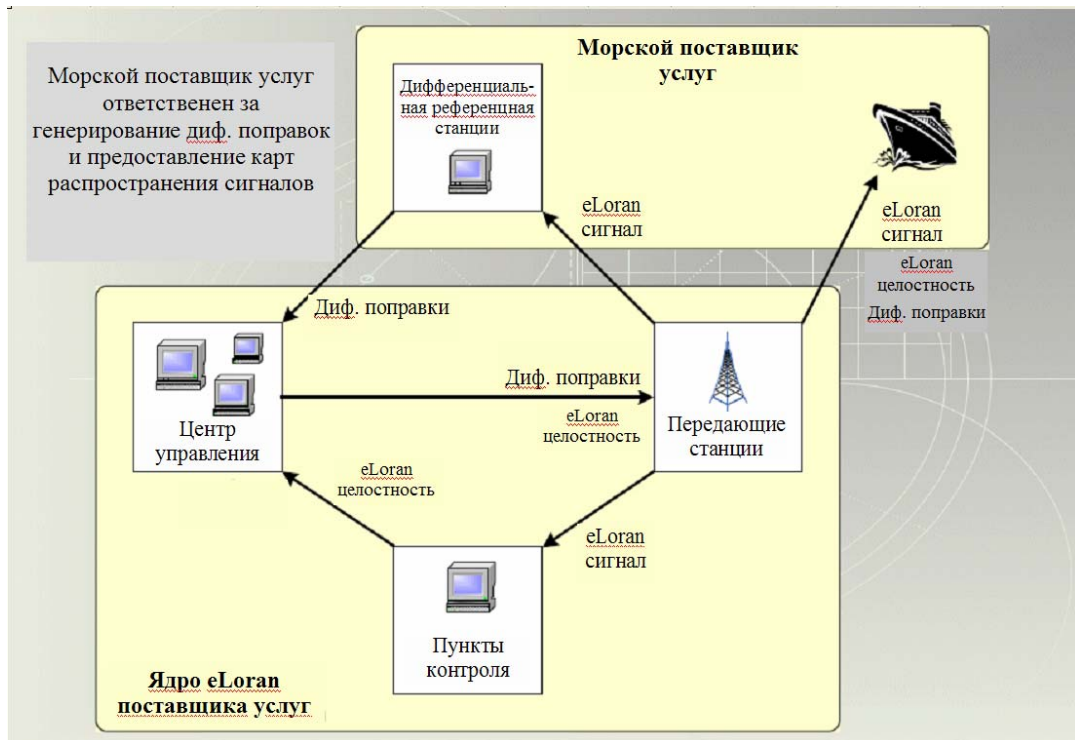


Рис. 4.8. Схема eLoran обеспечения морских пользователей

Передающие станции. В РНС «eLoran» 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 «eLogan» 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 eLogan зоне покрытия, контролируют сигналы РНС «eLogan» 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 «eLogan» 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 «eLogan» 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 «eLogan» 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 корректировочными поправками, предоставляет пользователю возможность точного решения задач PNT.

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

- измеренных eLogan 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 «eLogan» использует мощные передатчики и низкочастотные сигналы (не микроватты и микроволны, как GNSS), то очень маловероятно, чтобы работа системы «eLogan» 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 случай 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°.

4.7. Средства навигационного ограждения

Общие сведения. Все средства навигационного ограждения (AtoN) можно классифицировать по различным признакам: по месту и способу установки, назначению, по дальности действия и техническому оснащению [12]. 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:

1. кругового излучения (ненаправленные);
2. створные;
3. секторные;
4. с вращающейся характеристикой направленности.

AIS в качестве средства навигационного оборудования. AIS - AtoN могут быть трех видов [12]:

- 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.

5. КОММУНИКАЦИОННЫЕ СРЕДСТВА

5.1. Ключевые аспекты связи в е-Навигации

Е-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.

Ниже приведен список ключевых аспектов связи, касающихся как технических средств е-Навигации, так и содержания информации:

- 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.

5.2. Судовое радиооборудование

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

Состав обязательного судового радиооборудования должен отвечать морскому району GMDSS. Он не определяется регистровой вместимостью, или водоизмещением, или типом судна. Различают следующие морские районы GMDSS [6]:

- А1 - район в пределах зоны действия береговой ОВЧ/УКВ радиостанции (20-30 миль), обеспечивающей постоянную возможность оповещения о бедствии с использованием цифрового избирательного вызова (ЦИВ);
- А2 - район, за исключением морского района А1, в пределах зоны действия по крайней мере одной береговой ПВ/КВ радиостанции, обеспечивающей постоянную возможность оповещения о бедствии с использованием ЦИВ (100-150 миль);
- А3 - район моря, за исключением районов А1 и А2, в пределах действия геостационарных спутников системы Инмарсат (примерно между широтами 70⁰N и 70⁰S);
- А4 - оставшаяся часть Мирового океана (приполярные шапки).

Примерный состав оборудования в зависимости от района плавания приведен в табл. 5.1, где обозначено: ЦИВ - цифровой избирательный вызов, РЛМО - радиолокационный маяк-ответчик, АРБ - аварийный радиобуй, РГВ - расширенный групповой вызов, УБПЧ - узкополосное буквопечатание.

Таблица 5.1. Состав радиооборудования судна

№	Радиооборудование	А1	А2	А3	А4
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 РГВ		+	+	+
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).

5.3. 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 75⁰N до 75⁰S. 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 и 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-І, 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/передать 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 встроенным 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 М4, 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 М4 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 М4 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 М4 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. 5.1.

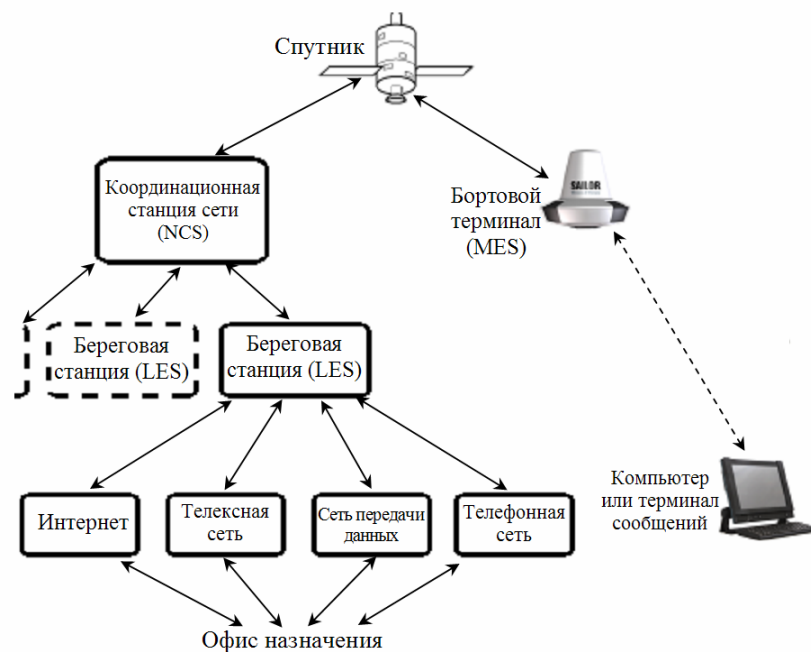


Рис. 5.1. Схема передачи данных через Инмарсат-С

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:

1. без ввода информации (при помощи нажатия одной кнопки);
2. с вводом информации о характере бедствия;
3. 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.

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 инсталлировано, 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.

ССС 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.

ССС Иридиум включает сеть из 66 спутников. Они находятся на шести близких к полярным орбитах (наклон к экватору $86,40^{\circ}$, угол между плоскостями соседних орбит 30°). 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 СССР Иридиум представлен сетевой координирующей станцией и станциями сопряжения. Координирующая станция управляет всей сетью СССР 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 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).

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).



Рис. 5.2. Аппаратура, входящая в Iridium Pilot

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.

ССС 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 70⁰N до 70⁰S с расширением до 74⁰. 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 C- и Ku-диапазонов. Анализ конструктивных и технологических отличий систем Ku- и C-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/сек.

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/сек.

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 [12]. Она является многосторонней и способствует обмену морской информации между компетентными органами. Предполагается расширение содержимого и возможностей IALA-NET с нынешних данных AIS до данных e-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.

6. СРЕДСТВА ИДЕНТИФИКАЦИИ И СЛЕЖЕНИЯ ЗА СУДАМИ

Важными составными частями е-Навигации являются системы идентификации и отслеживания движения судов – AIS и LRIT [9].

6.1. Автоматическая идентификационная система

Автоматическая идентификационная система (AIS) подробно освещена во многих литературных источниках, например, в [7], 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.

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 и с 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 и другие судовые средства наблюдения. *Одной из главных функций бортовой аппаратуры AIS является предупреждение столкновений судов.*

У 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 ИТУ-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 Mobil 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 поступает 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. 6.1). 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 6.1. - 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 широкоэмиттерном 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, буйев), 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).

6.2. Система дальней идентификации и слежения за судами

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 широкоэвещательной УКВ системой ближней связи. LRIT – система дальнего действия [6, 11, 12, 22]. 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.

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.

Правовые и технические аспекты LRIT всесторонне рассмотрены ИМО, начиная с 2002 г. В мае 2006 г. на 81-й сессии Комитета ИМО 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.

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.

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 [14].

Состав системы дальней идентификации и слежения за судами. Система LRIT состоит [12] из судового передающего LRIT информацию оборудования; поставщика(ов) коммуникационных услуг; провайдера(ов) сервисных приложений; центра(ов) сбора данных, включающего соответствующую систему мониторинга судов (VMS); плана распределения данных и международного обмена LRIT данными (рис. 6.1)

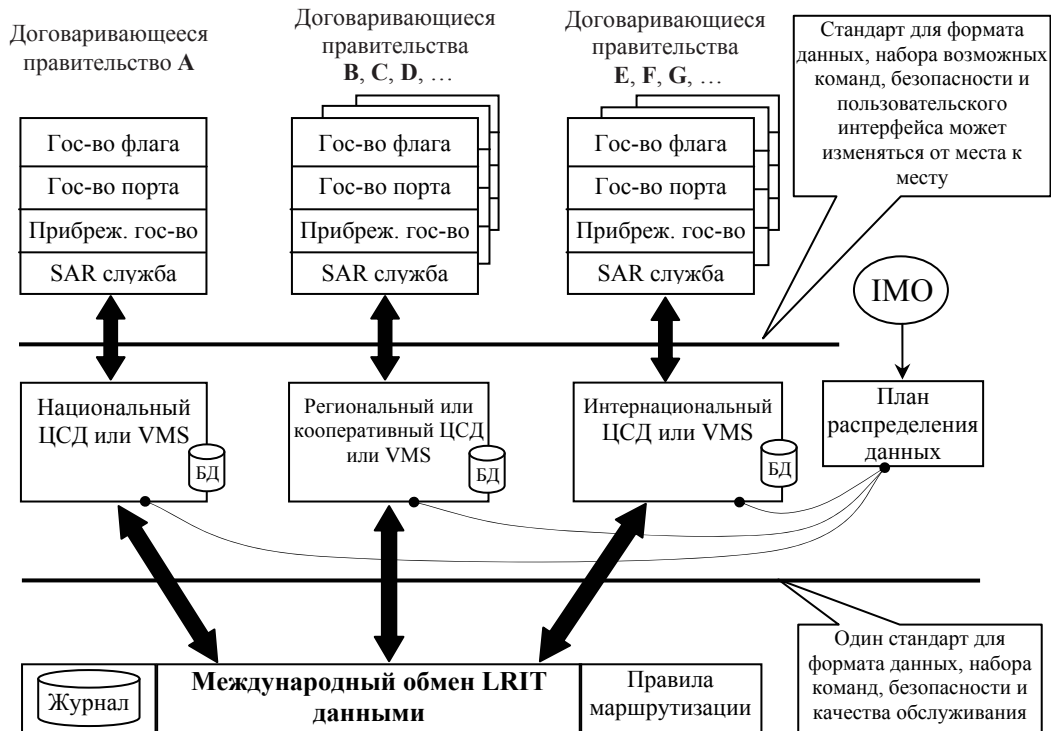


Рис. 6.1. Архитектура системы LRIT

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

- Радиоустановку, 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.

Радиоустановка 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. В ней запрограммирован уникальный идентификатор судна.

В качестве основной платформы передачи LRIT данных выбран Инмарсат-С [3], 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 ССС 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 ССС 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);
- дистанционные опрос приемопередатчика о его состоянии и настройка этого устройства в любое время;
- контроль сбоя 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 Д+. 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 коммуникационным 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.

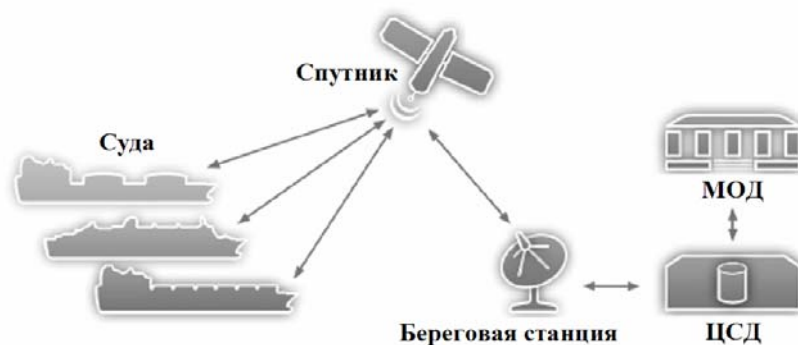


Рис. 6.3. Схема передачи LRIT информации

Схема передач LRIT информации показана на рис 6.3.

7. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ

Системы управления движением судов разделяются на бортовые и береговые.

7.1. 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 [2].

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.

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



Рис. 7.1. Пульт авторулевого «Navis AP 4000»

Пульт авторулевого «Navis AP 4000» показан на рис. 7.1. Этот авторулевой имеет встроенную систему мониторинга, которая позволяет получать и контролировать данные о курсе, непрерывно поступающие от двух источников (гирокомпас + гирокомпас, гирокомпас + магнитный компас, гирокомпас + флюксгейт компас и т.д.). Несколько датчиков скорости также может быть использовано в процессе работы (GPS, индукционный лаг, доплер-лаг).

«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 кноб 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.

7.2. Бортовая система вождения судна по маршруту

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

ТСS 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 ТСS 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 переключением 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 приходиться 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 переключений 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 *A* управляет движением судна, обеспечивая удержание его на прямых отрезках пути;
- TCS категории *B* 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 *C* 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.

7.3. 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 [6, 12]. 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.

VTS 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 .

VTS 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.

7.4. Береговые системы контроля глубины под килем

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 [17] 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 на подходах к портам. Погрешности в батиметрии ведут непосредственно к ошибкам в расчете УКС. Поэтому навигационные карты должны показывать самую современную и надежную батиметрию подходов 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. 7.2 приведена схема, поясняющая принцип нахождения УКС, на которой обозначено:

T - осадка судна;

H - глубина воды;

H_0 - глубина на карте;

ΔH - сумма высоты прилива ΔH_T и изменения ΔH_G уровня от сгонно-нагонных явлений;

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

ΔT_S - просадка;

ΔT_R - изменение осадки от крена;

ΔT_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.

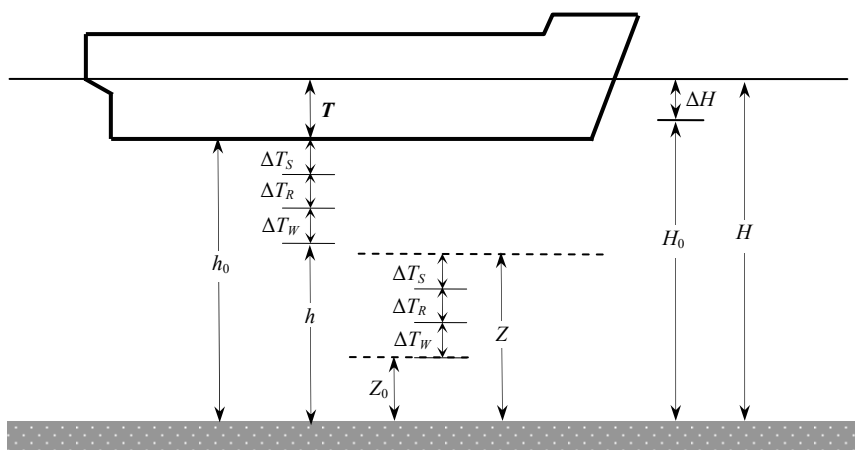


Рис. 7.2. Минимальный допустимый просвет под килем

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 «OMC 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 подхода 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.

ДУКС 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 ДУКС, выполнять расчеты при помощи ноутбука или планшета, например, айпеда, связанные с обеспечением безопасной проводки. Ряд портативных лоцманских устройств способны автоматически принимать информацию от ДУКС 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 прохождения;
- о влиянии изменения скорости на просадку и безопасную ширину коридора движения;
- о скорости поворота, чтобы увеличение осадки от крена не повлияло на безопасность проводки.

7.5. 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 используются 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.

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

Обычная аппаратура (рис. 7.3) весит около 5 кг. с учетом веса мягкого рюкзака, в котором НРУ переносится. Эта аппаратура включает электронный блок с антенной, вторую антенну и ноутбук. Электронный антенный блок и вторая антенна с помощью магнитов прикрепляются к планшету, либо привязываются ремешками к круглым рейлингам. Беспроводной ноутбук дает возможность лоцману легко перемещаться по мостику и по его крыльям для просмотра обстановки вокруг судна.



Рис. 7.3. Аппаратура обычного НРУ

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 планшете с помощью магнитов (рис. 7.4) 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. 7.4. 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 HPU 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.

HPU 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 судходная и не судходная 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. 7.1 приведены 95% погрешности определения навигационных параметров в НРУ.

Таблица 7.1. – 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.

8. СУДОВЫЕ СИСТЕМЫ ОПОВЕЩЕНИЙ, СИГНАЛИЗАЦИИ И РЕГИСТРАЦИИ

8.1. 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:

1. 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;
2. 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;
3. обеспечение заблаговременного и эффективного сбора и обмена информацией, связанной с охраной;
4. предоставление методологии оценок охраны, так чтобы иметь на местах готовые планы и процедуры реагирования на изменяющиеся уровни охраны;
5. 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 ИМО 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 [6]. Установка SSAS на судах

должна 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. 5.1.

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 ИМО 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. 8.1.



Рис. 8.1. Бортовая аппаратура SSAS

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.

8.2. Системы контроля дееспособности вахтенного помощника капитана

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 [13]. 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 01.07.2014г.

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 Telemerkki, «NAVITRON» компании Navitron systems Ltd (Англия).

Кратко охарактеризуем одну из этих систем - «BNW-50». Она соответствует требованиям резолюции ИМО 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. 8.2.

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.

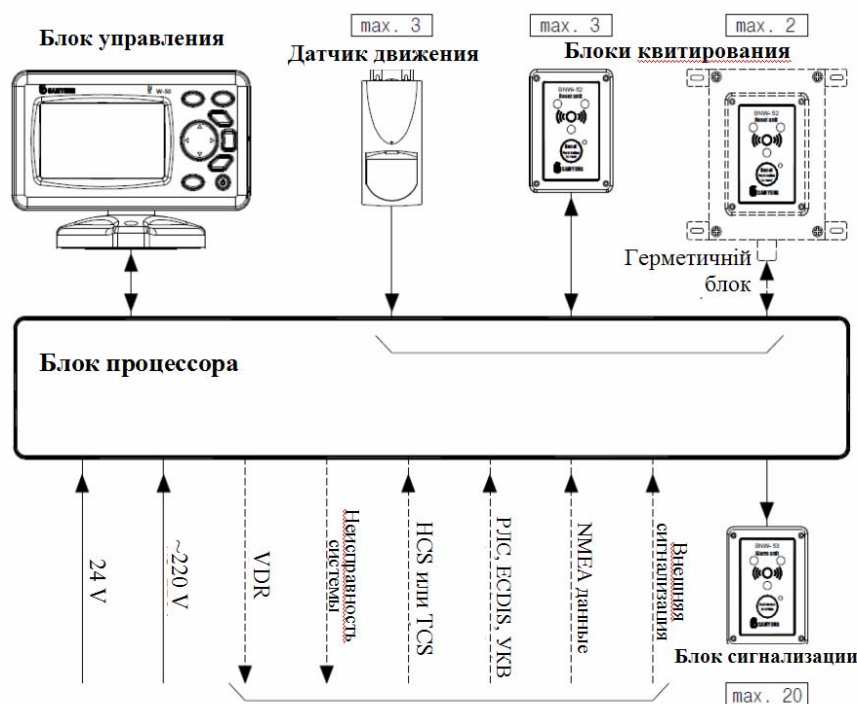


Рис. 8.2. Схема подключения аппаратуры

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:

1. POWER – подается питание (красная);
2. AUTO – включен автоматический режим (зеленая);
3. ERROR – не поступает основное или резервное питание (красная);
4. ALARM – активирован тревожный сигнал (коричневая);
5. 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. 8.2) 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);
- 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 (см. рис. 8.3). 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.



Рис. 8.3. Блок управления

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 гироскопа;
- 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.

8.3. Бортовая система мониторинга и сигнализации

Бортовая система мониторинга и сигнализации (Ship Alarm System - SAS) предназначена для:

- непрерывного контроля судовых технологических процессов, «жизненно важных» с точки зрения безопасности судна и выполнения его целевой функции;
- выработки предупреждений о явлениях и ситуациях, требующих вмешательства оператора.

В перечень решаемых SAS задач входят:

- постоянное наблюдение с целью обнаружения чрезвычайных событий (пожар, дым, водотечность корпуса и др.);
- надзор за состоянием объектов, препятствующих развитию чрезвычайных событий (водонепроницаемые, пожарозащитные двери, люковые закрытия и др.);
- непрерывный контроль работы главных средств управления (рулевого устройства, главной движительной установки);
- слежение за функционированием вспомогательных судовых систем и механизмов;
- контроль навигационных огней;
- другие виды мониторинга.

Касаясь требований к этой системе, необходимо отметить следующее:

- количество типов аварийно-предупредительной сигнализации и их срабатывание должно быть как можно меньшим;
- аварийно-предупредительные сигналы следует отображать таким образом, чтобы их причина и функциональные результирующие ограничения могли быть легко поняты судоводителем;
- SAS должна хранить результаты мониторинга за определенное время с целью получения статистических оценок работы оборудования;
- оператору должна предоставляться возможность просмотра хранимой информации с целью ее анализа.

Результаты мониторинга могут использоваться для решения разных задач: для ознакомления с текущими значениями параметров работы оборудования, для анализа функционирования систем и механизмов за определенное время, для определения причины возникшей неисправности и т.д. Эффективность решения этих задач существенно зависит от наличия в SAS информационного фильтра. Только предоставление оператору возможности вызывать важную для рассматриваемой задачи информацию и получать ее в концентрированной легко понятной форме обеспечивает эффективное решение различных задач на основе данных мониторинга.

SAS может иметь самое разнообразное построение. Это зависит от того, имеются ли на судне локальные устройства мониторинга, контроля, диагностики, какие и сколько. При наличии таких локальных устройств центральная система должна обеспечивать возможность управления их данными:

- включать или выключать сигнализацию;
- по требованию судоводителя представлять подробную информацию о процессе, контролируемом локальным устройством.

Если работа какого-то важного оборудования не отслеживается локальным устройством мониторинга, контроля или диагностики, то функции по надзору за ним должна выполнять SAS.

В состав SAS обычно входит процессор, управляющий сбором и обработкой информации, интерфейсные устройства, средства отображения и сигнализации, программное обеспечение.

Для представления тревожных сообщений и результатов мониторинга SAS может иметь свой дисплей и/или использовать для этой цели устройства отображения других модулей. Так, например, для представления информации SAS во многих интегрированных системах ходового мостика применяется коннинг дисплей.

8.4. 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 [6]. 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, упрощёнными 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:

1. Дата и время (UTC);
2. Координаты места;
3. Скорость (с указанием относительно воды или грунта);
4. Курс;
5. Переговоры голосом на мостике;
6. Переговоры по УКВ-связи;
7. Данные радиолокатора;
8. Глубина под килем с указанием режима работы эхолота;
9. Предупреждения главных сигнализирующих устройств;
10. Заданное и истинное положение руля, а также режим работы системы управления (ручной, HCS, TCS);
11. Назначенный и истинный режимы ГДУ;
12. Положение открытий корпуса, клинкетных и пожарозащитных дверей;
13. Значения ускорений и нагрузок на корпусе (при наличии соответствующих датчиков);
14. Скорость и направление ветра (при наличии соответствующего датчика);
15. 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 IЕС 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 IЕС 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-ти часовую базу данных отправить через E-mail в офис компании для просмотра и анализа, если на судне необходима консультация в сложной ситуации.

К регистратору данных рейса придаются 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.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Работы в области информационной техники и информационных технологий в настоящее время направлены на развитие:

- технических средств информатизации массового применения, в том числе средств, создаваемых на новых физических принципах;
- глобальных информационно-телекоммуникационных сетей и сетевых телекоммуникационных технологий;
- новых систем глобального телевидения;
- массового электронного документооборота;
- интеллектуальных систем и технологий их массового применения непрофессиональными пользователями, а также многих других направлений.

Из этих направлений отметим лишь некоторые. Так, в ближайшее время продолжатся поиски эффективных методов формализованного представления знаний (в том числе нечетких и плохо формализуемых) и методов их применения при автоматизированном решении сложных задач в различных сферах. Получат дальнейшее развитие информационные технологии для решения задач ситуационного управления, а также для поддержки принятия управленческих решений. Существенно будут расширены функциональные возможности по обработке изображений, речевой информации, полнотекстовых документов, результатов научных измерений и массового мониторинга. Дальнейшее развитие получат географические информационные системы (ГИС). Технологии этих систем предназначены для широкого внедрения в практику методов и средств работы с пространственно-временными данными, представляемыми в виде систем электронных карт. Они существенно повышают эффективность решения широкого класса прикладных задач, в том числе и навигационных.

Реализация концепции е-Навигации повысит уровень безопасности морского судоходства за счет снижения числа факторов риска. Это будет способствовать уменьшению количества столкновений судов, посадок на мель и других аварийных происшествий, следовательно, и случаев загрязнения окружающей среды. Е-Навигация поможет сократить объем выбросов углерода, серы и азота посредством выбора более эффективного маршрута и информационного обслуживания судов.

Внедрение е-Навигации позволит достичь ряда существенных результатов. Приведем из них три основных:

1. Разработка новых интегрированных бортовых систем с обязательным применением ЕНС, способных
 - объединить информационные потоки береговых служб, судовых систем и датчиков на базе стандартных интерфейсов обмена и представления данных;

- обеспечить целостность информации и наглядность динамических процессов навигации;
 - уменьшить нагрузку на персонал и снизить вероятность человеческих ошибок.
2. Повышение устойчивости и эффективности систем обеспечения безопасности мореплавания, VTS, систем мониторинга судов и логистики, навигационного, гидрографического и метеорологического обеспечений и других сервисных систем за счет:
- улучшения координации и расширения каналов обмена данными;
 - унификации и стандартизации судового и берегового навигационного оборудования;
 - применения единых правил и руководств по управлению движением судов.
3. Совершенствование систем связи, способов передачи данных, интеграция береговых систем и инфраструктур на базе современных информационных технологий предоставит государственным органам, судовладельцам и другим заинтересованным лицам существенные преимущества, как в оперативности получаемой информации, так и в качестве принимаемых решений на всех уровнях управления.

Следует также отметить, что интеграция информации датчиков судна, применение средств поддержки принятия решений, стандартного пользовательского интерфейса и понятной системы для управления охранными зонами и тревогами позволят увеличить эффективность навигации. Аналитические и интеллектуальные способности систем е-Навигации будут способствовать уменьшению влияние человеческого фактора, активному участию судоводителя в процессе навигации. Они предотвратят перегрузку вахтенного помощника информацией и дадут ему возможность концентрировать внимание на основных требующих решения вопросах судовождения.

Разработанная инфраструктура системы е-Навигация даст возможность передавать на суда санкционируемую информацию, обеспечить обмен данными между судами, между судном и берегом, между береговыми властями и другими сторонами со многими сопутствующими выгодами, включая сокращение ошибок операторов. Взаимодействие операторов VTS и судоводителей при управлении движением судов в стесненных условиях позволит повысить безопасность судовождения за счет более точного определения положения, координации действий и участия береговых операторов в поддержке принимаемых на борту судна решений.

Концепция е-Навигации подразумевает улучшение и наращивание традиционных средств навигации путем интеграции возможностей человека и машины. Электронная аппаратура способна быстро производить вычисления, надежно выполнять рутинные операции, производить мониторинг процесса судовождения и работы навигационных приборов,

силовых средств судна и другой аппаратуры, и решать другие подобные задачи, которые для человека являются трудоемкими. Преимущество людей заключается в том, что они обладают интуитивным знанием и могут заниматься абстрактными проблемами, решать слабо формализуемые задачи, принимать решения в условиях неопределенности.

Рост эффективности мореплавания от внедрения е-Навигации достигается за счет повышения безопасности мореплавания, защиты окружающей среды, снижение затрат, мониторинга подвижных объектов без участия человека и ряда других факторов.

Повышению безопасности мореплавания способствует:

1. применение систем поддержки принятия решений, позволяющих как на судне, так и береговым службам вырабатывать более взвешенные и эффективные решения в конкретных обстоятельствах;
2. расширение использования электронных навигационных карт, повышение их качества и функциональности бортовых картографических систем;
3. снижение влияния человеческого фактора на принимаемые решения;
4. стандартизация оборудования, информационного и лингвистического обеспечения бортовых и береговых навигационных систем без ограничения способности производителей к инновациям;
5. расширение устойчивости систем навигации;
6. интеграция судовых и береговых систем, ведущая к более эффективному использованию человеческих ресурсов.

Предотвращение случаев *загрязнения окружающей среды* будет достигнуто за счет снижения риска столкновений и посадки на мели и увеличения эффективности мероприятий в чрезвычайных ситуациях.

Снижение затрат предполагается обеспечить:

- глобальной стандартизацией и унификацией оборудования;
- автоматизацией и стандартизацией процедур отчетности, которая предположительно снизит административные расходы;
- интеграцией с существующими системами;
- повышением уровня подготовки экипажей судов.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ПРИБЛИЖЕННЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ФУНКЦИЙ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ В РАМКАХ Е-НАВИГАЦИИ

Решение задач на мостике судна связано с выполнением определенных функций или действий и может проводиться лицом(ами) или системой(ами), или их комбинацией. В е-Навигации уровень автоматизации при решении задач увеличится, но ряд функций продолжат выполняться путем взаимодействия людей с информационно-управляющими системами. Обеспечение е-Навигацией непрерывности потоков информации, представленной в электронном виде, будет способствовать организации автоматизированной комплексной обработки данных от различных источников. В итоге информация на выходе навигационных систем будет полезной в контексте поддержки принятия решений, улучшит понимание ситуаций судоводителем. Это должно привести к повышению эффективности его решений и действий.

Функции для выполнения ряда задач, связанных с электронной навигацией, могут быть разделены на следующие группы:

- выполняемые на борту судна;
- относящиеся к лоцманской проводке;
- выполняемые на берегу;
- связанные с использованием буксиров и другие функции.

A1. ФУНКЦИИ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ НА БОРТУ СУДНА

Капитан формально отвечает за все функции, выполняемые на борту судна. Хотя он делегирует задачи членам команды (например, команде мостика), формальная ответственность остается на нем. Функции обработки информации, проводимой на навигационном мостике судна, могут быть разделены на следующие категории:

- контроль подготовленности судна к безопасному плаванию перед выходом в рейс;
- обеспечение безопасности плавания в рейсе;
- управление информацией;
- поддержка обработки инцидентов и чрезвычайных ситуаций;
- поддержка охраны судна и ряд других.

A1.1. Контроль подготовленности судна к безопасному плаванию перед выходом в рейс

Контроль подготовленности судна к безопасному плаванию перед выходом в рейс состоит из функций: оценки мореходности, использования береговой информации, разработки и обновления плана рейса (при необходимости в сотрудничестве с лоцманом), согласование лоцманов, буксиров, портовых и других услуг.

Оценка мореходности включает в себя проверку:

- соответствия требованиям для прохождения через намеченные морские области навигационного оборудования и систем;
- срока действия судовых сертификатов;
- наличия и качества плана рейса;

- безопасности погрузки, укладки и закрепления груза;
- нахождения навигационного оборудования в рабочем состоянии (включая резервные системы);
- рулевого устройства и проведения его тестирования;
- нахождения двигателя в рабочем состоянии;
- наличия планов пожарного контроля и учебных руководств;
- проведения надлежащего инструктажа членов экипажа о возложенных на них обязанностях в чрезвычайных ситуациях;
- приведения навигационных карт и пособий на уровень современности и другие проверки.

На основании оценки мореходности должны быть приняты меры по устранению выявленных недоработок.

Использование береговой информации. Служебная информация, требуемая для навигации в районах планируемого рейса, получается либо автоматически от соответствующих источников, либо приобретением/подпиской публикаций по специальным запросам. При выполнении этой задачи пользуются услугами:

- служб снабжения навигационными картами и пособиями;
- службы морской информации по безопасности (MSI);
- информационной службы по выбору маршрута следования;
- инструкциями администраций портов (например, о причале, время подхода);
- служб метеорологической информации и предупреждений;
- гидрографической информационной службы;
- службы ледовой информации и других служб.

Разработка и обновление плана рейса. Рейсовый план разрабатывается до отхода судна из порта или от якорной стоянки (во время рейса он подлежит корректировке).

Согласование лоцманов, буксиров, портовых и других услуг включает в себя заказ этих услуг, а также согласование других вопросов (например, места и времени приема лоцмана).

A1.2. Обеспечение безопасности плавания в рейсе

Обеспечение безопасности плавания в рейсе включает функции поддержки знания обстановки, оценки навигационного риска, определения возможных мер в случаях неудовлетворительности навигационной ситуации, принятия решений по действиям, его реализации с контролем изменения ситуации.

Поддержка знания обстановки основана на доступной информации (наблюдения, прогнозы, и т.п.), оценке текущей и ожидаемой навигационной ситуации. Поддержка знания обстановки включает:

- оценку навигационных условий (получение, обработка, анализ информации - результатов гидрометеорологических и гидрографических наблюдений на судне, информации от внешних источников; полученных с берега метеорологических и гидрографических прогнозов; предоставляемой лоцманом информации; других сведений, которые могут повлиять на условия плавания);
- обнаружение объектов, важных (критических) по отношению к навигации (например, земли, других судов, контейнеров, льдин, айсбергов и других плавучих объектов);
- оценку информации, предоставляемой навигационными картами и пособиями;
- оценку плана рейса (включает в себя среди прочего последующие меры по соблюдению плана рейса, оценку его качества и расчет ETA);
- оценку курса и скорости судна;
- оценку ситуации движения судов;

- нахождение места судна;
 - определение необходимого запаса глубины под килем и другие операции.
- Определение степени навигационного риска** производится путем оценки:
- надлежащего несения вахты штурманом;
 - вопросов, связанных с обеспечением безопасности плавания (соответствия осадки под килем требуемому запасу, соответствия действий указаниям капитана и других вопросов);
 - риска столкновения (определение охранной зоны, обнаружение «целей» по радару, AIS, визуально, по звуковым сигналам, мониторинг позиции судна по отношению к «целям», выявление опасности столкновения);
 - риска посадки на мель;
 - управление сигнализацией (ее настройка, установление вызвавших ее причин, отключение) и других факторов.

Подготовка возможных вариантов разрешения опасной ситуации в случае ее возникновения основывается на знании обстановки, опыте команды мостика, информационным вкладом бортовых навигационных систем. К этим вариантам относятся возможные маневры курсом, скоростью, курсом и скоростью, корректировка плана рейса, рекомендации лоцмана по управлению движением и т.д.

Принятие решения по действию базируется на оценке эффективности возможных вариантов мер и состоит в выборе из них наилучшего по тому или иному критерию.

Решение реализуется по указанию судоводителя с помощью оборудования мостика (по команде изменения режима работы двигателя, изменения курса и др.).

A1.3. Управление информацией

Управление информацией включает оперирование;

- данными от бортовых систем и датчиков;
- информацией об экипаже;
- статическими и динамическими данными о судне;
- информацией о грузе;
- библиотекой сертификатов;
- сообщениями судна;
- доступом к информации береговых информационных систем и другими данными.

Управление информацией от бортовых систем и датчиков включает сбор данных о позиции судна (визуальные определения, данные спутниковых и других навигационных систем); данных по безопасности от соответствующих источников (пожарных датчиков, газоанализаторов, измерителей влажности груза, датчиков водотечности и т.д.); информации об укладке и состоянии груза; информации о состоянии машины и рулевого устройства, а также ряд других операций.

К управлению информацией о грузе относят оперирование данными об обычном, опасном грузе и об отходах.

В управлении сообщениями судна выделяют оперирование обязательными сообщениями (о местоположении и маршруте движения, об отказах навигационных средств, властям, об опасности, в Систему судовых сообщений, о происшествиях), добровольными сообщениями, обменом информацией по безопасной погрузке и выгрузке и другие уведомления.

A1.4. Поддержка обработки инцидентов и чрезвычайных ситуаций

В обработке инцидентов и чрезвычайных ситуаций можно выделить две задачи - взаимодействие с морским спасательным координационным центром (СКЦ) и другими судами; управление при инцидентах и в чрезвычайных ситуациях на собственном судне.

В состав первой задачи входит:

- обмен информацией с СКЦ и получение инструкций от него;
- действие по указанию координатора после его назначения СКЦ или по собственному решению, трансляция аварийного сообщения;
- следование инструкциям координатора на месте действия (если другое судно выступает как координатор);
- проведение поиска и спасения (SAR) и ряд других операций.

Вторая задача состоит из:

- оценки аварийных сигналов, касающейся инцидента информации, вероятности развития инцидента;
- сообщений о ситуации в СКЦ соответствующего региона поиска и спасения (о техническом состоянии судна, уровне риска для него);
- поддержки решений по избежанию аварии;
- поддержки автоматизированных действий, таких как сигналы тревог, уменьшение хода, стоп машина и т.д., если другие меры терпят неудачу или вахта не реагирует на тревоги;
- обработки чрезвычайных ситуаций с несчастным случаем, уменьшения воздействия чрезвычайной ситуации, управления продвижением судна к месту убежища, управления эвакуацией;
- регистрация данных (например, с помощью VDR) и других операций.

A1.5. Поддержка охраны судна

Поддержка охраны судна включает:

- создание плана охраны судна, который в дальнейшем подлежит доработке;
- установку уровня безопасности, который может в дальнейшем корректироваться;
- обнаружение угрозы безопасности;
- оповещения о ней и другие меры.

A2. ФУНКЦИИ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ЛОЦМАНСКОЙ ПРОВОДКЕ

К обеспечению лоцманской проводки относятся функции ее подготовки и выполнения.

Подготовка к лоцманской проводке включает получение запроса на проводку, данных по идентификации судна (название, позывной и др.), характеристик судна (длина, ширина, осадка, надводная «осадка», скорость ...), информации о силовых средствах, времени прихода в точку приема лоцмана, номера причала и времени швартовки, другой соответствующей информации, а также составление проекта плана проводки.

При выполнении проводки производятся:

- анализ содержания лоцманской карточки, выяснение возникших вопросов;
- получение на время проводки информации о погоде, о глубине под килем, по приливным течениям и уровням, о движении других судов и др.;
- обмен соответствующей информацией с капитаном;
- получение от капитана информации о бортовых системах, возникших сложностях с машиной, о проблемах с навигационными датчиками, об ограничениях экипажа, о

- скорости поворота на разных скоростях хода, о радиусе поворота, о дистанции торможения и о других факторах, влияющих на безопасность навигации;
- согласование с капитаном плана проводки;
- поддержка безопасности навигации;
- отказ от лоцманской проводки при угрозе для безопасности судоходства или для окружающей среды;
- сообщения о происшествиях или аварийных случаях властям;
- другие операции.

А3. ФУНКЦИИ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ НА БЕРЕГУ

Береговые функции электронной навигации связаны со следующими обобщенными процедурами:

- планирование использования фарватера (разработка политики организации движения);
- управление движением судов включая работу VTS;
- операционная поддержка порта.

А3.1. Планирование использования фарватера

Стратегическое планирование политики организации движения является частью концепции е-Навигации. В него входит установка:

- области политики VTM (Vessel Traffic Management);
- правил маршрутизации судов;
- правил для обязательной лоцманской проводки.

А3.2. Управление движением судов

Функции для решения этой задачи могут быть разделены на следующие группы:

- контроль экстерриториальных вод;
- управление службой движения судов (VTS);
- управление слежением за движением судов;
- использование системы судовых сообщений;
- обмен информацией с соответствующими органами;
- обмен информацией по чрезвычайным ситуациям и другие процедуры.

Охарактеризуем кратко две первые группы функций

Контроль экстерриториальных вод заключается в идентификации флага государства судна, направляющихся в порт государства судов, судов в прибрежной зоне ответственности.

Управление службой движения судов (VTS) состоит из мониторинга ситуации движения, информационных услуг, услуг службы организации движения (TOS), услуг службы навигационной помощи (NAS), обнаружения и проверки инцидентов и других процедур.

Мониторинг ситуации движения включает процедуры для обеспечения понимания ситуации:

- получение информации об условиях плавания;
- управление информацией об этих условиях;
- оценку гидрометеорологических и гидрографических условий;
- идентификацию и отслеживание движения судов;
- оценку ситуации движения и ряд других услуг

Информационные услуги заключаются в предоставлении:

- навигационных предупреждений;
- навигационной информации;
- информации о движении судов;
- информации о маршруте движения;
- гидрографической информации;
- информации о средствах навигационного ограждения;
- гидрометеорологической информации;
- метеорологических предупреждений.

Службы организации движения (TOS) выполняют планирование критериев для организации движения, потоков движения, выбор приоритетов (например, по времени) и ряд других операций.

Навигационная помощь включает рекомендации и указания по судовождению.

Обнаружение и проверка инцидента состоит из выявления и оценки инцидента, выработки предупреждения о нем, инициации управления в чрезвычайной ситуации.

Управление слежением за судами. Результаты отслеживания движения судов могут быть предоставлены судам и другим, наделенным правом на эту информацию, пользователям.

А3.3. Операционная поддержка порта

Это задачи о поддержке и координации действий судна в порту при причаливании, швартовке, погрузке и выгрузке, при чрезвычайных ситуациях и т.д. Выполнение этих задач - часть обеспечения безопасности плавания и защиты морской среды в портах и закрытых водоемах. Реагирование на чрезвычайные ситуации включает управление:

- поисково-спасательными операциями (SAR);
- борьбой с загрязнением;
- чрезвычайными ситуациями с опасными грузами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балов А.В. Радионавигация настоящее и будущее //А.В.Балов /Гирскопия и навигация. - ЦНИИ "Электроприбор". – 2009. №4. – с. 84-102.
2. Вагущенко Л.Л. Системы автоматического управления движением судна /Л.Л.Вагущенко, Н.Н.Цымбал. – 3-е изд. - Одесса: Фенікс, 2007. – 396 с.
3. Вишневский Ю.Г., Мисник Е.А. Обеспечение системы дальней идентификации судов средствами спутниковой системы ИНМАРСАТ / Ю.Г.Вишневский, Е. А.Мисник //Журнал университета водных коммуникаций. – 2009., Выпуск 3. – С. 147-149.
4. Гарнагин Ю.С. Базовые принципы, развитие и внедрение концепции е-Навигации [Электронный ресурс] / Ю.С. Гарнагин //Государственный морской университет им. адм. Ф.Ф. Ушакова. – Режим доступа: <http://www.diktan.ru/docs/91/index-204623.html>.
5. Дмитриев В.И. Информационные технологии обеспечения безопасности судоходства и их комплексное использование (e-NAVIGATION) / В.И.Дмитриев. – М.: Моркнига. – 2013. – 175 с.
6. Интегрированная система ходового мостика Synapsis Bridge Control / Безопасность мореплавания (Ежемесячный морской обзор международной прессы). - Морской государственный университет имени адм. Г.И.Невельского. - 2012 г. - № 7-8. - С. 11-15.
7. Кошевой В.М. Система и устройства автоматической идентификации судов - Учебное пособие / В.М.Кошевой, А.В.Шишкин, В.И.Купровский. – Одесса: ОНМА, 2005. – 79 с.
8. Лентарёв А.А. Проблемы реализации концепции е-Навигации /А.А.Лентарёв //Владивосток. - Вестник морского государственного университета. – 2009. - Вып. 5, серия Судовождение. - С. 138-148.
9. Миляков Д., Панамарев Г. Системы мониторинга судов в концепции е-Navigation. [Электронный ресурс] /Д.Миляков, Г.Панамарев– Режим доступа: <ftp://ftp.marsat.ru/Forum2011/...>
10. Рагулин П.Г. Информационные технологии [Электронный учебник] / П.Г. Рагулин — Владивосток: ТИДОТ Дальневост. ун-та, 2004. - 208 с. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/007/41007/files/dvgu128.pdf>
11. Решетов Н. Внедрение системы дальней идентификации судов / Н. Решетов //Морской флот. - 2008. - №2. – С. 26-29.
- 12.Руководство по навигационному оборудованию IALA - NAVGUIDE 2010, перевод ЗАО «НАВИТЕЛ». - 2012 г. – 213 с.
- 13.Система контроля дееспособности вахтенного помощника / Безопасность мореплавания (Ежемесячный Морской обзор международной прессы). - Морской государственный университет имени адм. Г.И.Невельского. – февраль, 2013. - с. 15-17.

14. Судовое оборудование системы дальней идентификации и слежения за судами (Технико-эксплуатационные требования) /Федеральное агентство морского и речного транспорта. – М. – 2008. – 27 с.
15. Щербак В. Регистрация данных рейса судна /В.Щербак //Разработки / Судовое оборудование. – 2008. – 1. – с. 36-41.
16. Baldauf M. E-Navigation and situation-dependent manoeuvring assistance to enhance maritime emergency response /Michael Baldauf, Knud Benedict, Sandro Fischer, Michael Gluch, Matthias Kirchhoff, Sebastian Klaes, Jens-Uwe Schröder-Hinrichs, Dana Meißner, Ullrich Fielitz, Erland Wilske //World Maritime University Journal of Maritime Affairs, – 2011. – 10. – pp 209-226.
17. Gucma L. Integrated dynamic UKC assessment system for Polish ports /Lucjan Gucma, Marta Schoeneich, Jarosław Artyszuk, Stefan Jankowski, Marek Duczkowski, Rafał Gralak, Agnieszka Puszcz //Scientific Journals Maritime University of Szczecin. – 2012. - 32(104) z. 2 pp. 41–47.
18. Gurpreet Singhota. E-navigation: The future of safe shipping [Электронный ресурс] /Gurpreet Singhota //– Режим доступа:
http://www.porttechnology.org/technical_papers/e_navigation_the_future_of_safe_shipping/.
19. E-navigation: a global resource /E.Mitropoulos //Seaways. The Nautical Institute. - March 2007. – P. 7-9.
20. IMO SUB-COMMITTEE ON SAFETY OF NAVIGATION. 58th session. Agenda item 6. NAV 58/WP.6/Rev.1. - E-NAVIGATION. - July 2012.
21. International Loran Association. Enhanced Loran (eLoran). Definition Document // Report Version: 1.0. - 16 October 2007. – 17 pp.
22. Long Range Identification and Tracking / Australian Maritime Safety Authority, Canberra ACT Australia – April 2009. - 4 pp.
23. Polish Approach to e-Navigation Concept / Weintrit A., Wawruch R., Specht C., Gucma L., Pietrzykowski Z. //TransNav - International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. - Sept. 2007. - Vol. 1, No. 3. – P. 261-269.
24. Patraiko D. Introducing the e-navigation revolution /D.Patraiko //Seaways. The Nautical Institute. - March 2007. – P. 5-6.
25. Ward. R. IHO S-100 - The New Hydrographic Geospatial Standard for Marine Data and Information / Robert Ward, Lee Alexander, Barrie Greenslade, Anthony Pharaoh //Canadian Hydrographic Conference and National Surveyors Conference. – 2008. – 19 pp.