

**ХЕРСОНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МОРСКАЯ АКАДЕМИЯ (УКРАИНА)
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ МОРСКОГО И РЕЧНОГО ФЛОТА
ИМЕНИ АДМИРАЛА С. О. МАКАРОВА (РОССИЯ)**

**СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ
СУДОХОДСТВА И ИХ КОМПЛЕКСНОЕ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

МОНОГРАФИЯ

**Под редакцией доктора технических наук,
профессора В. Е. Леонова**

**Херсон
ХГМА
2014**

УДК 656.6.08:656.61.052:004(04)(061)
ББК [39.48ф:30н] я73
С56

Авторы:

*В. Е. Леонов, В. И. Дмитриев, О. М. Безбах,
А. А. Гуров, В. Б. Сыс, В. Ф. Ходаковский*

Рецензенты:

С. Н. Некрасов – заведующий кафедрой «Управление судном» Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова, доктор технических наук, профессор (Россия);

П. Г. Химич – доцент кафедры «Судовождения» Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова, кандидат технических наук, доцент, капитан малого плавания (Россия);

И. В. Ефименко – капитан Херсонского Морского Торгового Порта, капитан дальнего плавания (Украина);

Л. А. Пивоваров – старший преподаватель кафедры «Управление судном и безопасность жизнедеятельности на море» Херсонской государственной морской академии, капитан дальнего плавания (Украина)

*Монография рекомендована к печати ученым советом
Херсонской государственной морской академии
(протокол № 14 от 22 мая 2014 г.)*

Современные информационные технологии обеспечения безопасности судоходства и их комплексное использование : монография / В. Е. Леонов, В. И. Дмитриев, О. М. Безбах, А. А. Гуров, В. Б. Сыс, В. Ф. Ходаковский / под ред. профессора В. Е. Леонова. – Херсон : ХГМА, 2014. – 324 с.
ISBN 978-966-2245-23-3

Монография посвящена вопросам практического использования на морском транспорте современных информационных технологий с целью обеспечения безопасности судоходства и их комплексного использования.

Охарактеризованы современные информационные технологии для обеспечения безопасности судоходства и их комплексное использование (E-Navigation).

Рассмотрен вопрос компетентного подхода при подготовке квалифицированных Судоводителей на уровне Эксплуатации и Управления.

Монография предназначена для курсантов (студентов), магистров, аспирантов и преподавателей морских, технических, экологических, экономических, юридических специальностей ВУЗов и факультетов, также будет полезной для научных и практических работников в области безопасного судовождения, защиты морской и окружающей среды.

УДК 656.6.08:656.61.052:004(04)(061)
ББК [39.48ф:30н] я73

ISBN 978-966-2245-23-3

© Херсонская государственная морская академия, 2014
© Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова, 2014
© Леонов В. Е., Дмитриев В. И., Безбах О. М. Гуров А. А., Сыс В. Б., Ходаковский В. Ф. 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	6
ВВЕДЕНИЕ	15
1 НОРМАТИВНО-ПРАВОВАЯ БАЗА БЕЗОПАСНОСТИ СУДОХОДСТВА И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	18
1.1 Безопасность судоходства	18
1.2 Влияние уровня автоматизации на безопасность управления судном	30
1.3 Предотвращение загрязнения морской и окружающей среды	31
1.4 Региональные нормативно-правовые документы в области охраны окружающей среды при судоходстве	39
1.5 Электронная картографическая навигационно-информационная система	40
1.6 Снижение эмиссии серосоединений с отработанными газами СЭУ – путь к оздоровлению воздушного бассейна	43
2 УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ В СУДОХОДСТВЕ	47
2.1 Роль компетентностного подхода в целостной системе подготовки конкурентоспособных выпускников высших морских учебных заведений	48
2.2 Основные причины возникновения рисков на судах	50
2.3 Математическое моделирование при проектировании АСУ судна	55
2.4 Разработка современных АСУ судном	56
2.5 Использование элементов теории вероятностей для моделирования процесса безопасного судовождения	58
2.6 Использование элементов математической статистики при моделировании процессов судовождения	62
2.7 Современные информационные технологии в судоходстве	65
2.8 Рекомендации по снижению уровня риска экипажу и судну	69
2.9 Роль ПДМНВ в снижении риска судоходства	76
3 ИНТЕГРИРОВАННЫЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ В СОВРЕМЕННОМ СУДОВОЖДЕНИИ	80
3.1 Интеграция автоматизированных систем управления судном	81
3.1.1 Интегрированные системы автоматизации управления судном	83
3.1.2 Структура интегрированной системы судна	87
3.2 Интегрированная система ходового мостика	92
3.2.1 Датчики и навигационно-информационная система	97
3.2.2 Перспективы развития ЭКНИС	104
3.2.3 Экспертные системы и поддержка принятия решения	105
3.2.4 Современная система управления электроэнергетической системой судна	112
3.2.5 Система судового видеонаблюдения и ночного видения	115
3.3 Береговые и судовые комплексы и системы безопасности судоходства	117
3.3.1 Система управления движением судов	117

3.3.2 Математическое моделирование размещения береговой системы наблюдения	123
3.3.3 Системы мониторинга и управления движением судов [79]	124
3.3.4 Модели экспертной системы мониторинга морской среды.....	131
3.4 Интеллектуальные методы проектирования САС и управления судами	133
3.4.1 Проектирование судовых автоматизированных систем	133
3.4.2 Перспективы использования нейронечетких и гибридных технологий в СУДС [96]	135
3.4.3 Моделирование систем управления движением судов и морских подвижных комплексов	138
3.4.4 Синтез адаптивного закона управления морским судном при стабилизации на траектории [105]	140
3.4.5 Синтез моделей механизма предвидения для экспертных систем судна [106]	142
3.4.6 Модель эргатической системы, составленной на объединении «ИСМ – судоводитель» [107, 108]	145
3.5 Рекомендации по практической реализации достижений информационных технологий в обеспечении безопасности судоходства..	148
4 СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ СУДОХОДСТВА И ИХ КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ (E-NAVIGATION)	158
4.1 Радиолокационные станции и система автоматизированной радиолокационной прокладки [109]	158
4.2 Автоматические идентификационные системы [109–111]	171
4.3 Электронные картографические навигационные информационные системы [109–114]	175
4.4 Прибор регистрации данных о рейсе судна [109]	185
4.5 Интегрированная система ходового мостика [109–115]	186
4.6 Система управления движением судов	189
4.7 Глобальная морская система связи при бедствии и для обеспечения безопасности	192
4.8 Глобальная навигационная спутниковая система	200
4.8.1 Краткая история создания и развития глобальных навигационных спутниковых систем	200
4.8.2 Структура глобальных навигационных спутниковых систем	202
4.8.3 Методы определения места судна с помощью навигационных спутников	205
4.8.4 Среднеорбитные навигационные спутниковые системы GPS и ГЛОНАСС	208
4.8.5 Дифференциальные подсистемы ГНСС	212
4.8.6 Точность определения места судна по среднеорбитной ГНСС ...	220
4.8.7 Использование ГНСС для решения навигационных задач	224
4.9 Процедуры связи для обеспечения морской безопасности (охраны) судов	226
4.10 Система дальней идентификации и слежения за судами	228

5 ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК МОРСКИМ ТРАНСПОРТОМ	235
5.1 Влияние морских грузоперевозок на безопасность судоходства и экологические проблемы загрязнения морской и окружающей среды ..	235
5.2 План Управления Энергоэффективностью Судна	238
5.3 Рекомендации по повышению энергоэффективности судов	240
5.3.1 Топливо-сберегающая эксплуатация судов	241
5.3.2 Оптимизация процесса управления судном	242
5.3.3 Альтернативные виды топлив для СЭУ [126]	243
5.3.4 Функции конструктивизма руководства и управления	244
5.4 Конструктивный Коэффициент Энергетической Эффективности Судна	256
5.5 Разработка процессов получения альтернативного топлива для СЭУ, теплоты, электроэнергии, химических и нефтехимических соединений из нетрадиционного сырья	262
6 ТРЕНАЖЕРЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПЛАВСОСТАВА МОРСКИХ СУДОВ, СУДОВОДИТЕЛЕЙ	267
6.1 Херсонский Морской Специализированный Тренажерный Центр при Херсонской Государственной Морской Академии	268
6.1.1 Тренажерный Комплекс по Спасательным Средствам. Шлюпка свободного падения	269
6.1.2 Тренажерный Комплекс по Обучению Грузовым Операциям с Тяжеловесным Грузом (Heavy Lift)	273
6.1.3 Тренажерный Комплекс по Противопожарной технике на Судах	275
6.1.4 Тренажерный Комплекс по Обучению Курсантов Методам Крепления Контейнеров на Судах	276
6.1.5 Тренажерный Комплекс по Безопасности Человека в Море и Спасению его из Затопленного Вертолета	279
6.1.6 Обучение Курсантов в Кабинетах с Дистанционной Коммуникацией	281
6.1.7 Комплекс по Изучению и Освоению Электронных Карто- графических Навигационно-Информационных Систем – ЭКНИС	282
ВЫВОДЫ	287
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	289
ПРИЛОЖЕНИЯ	300
Приложение А – Учебный План по Обучению курсантов работе с тяжеловесным и негабаритным грузом	300
Приложение Б – Курс подготовки «Борьба с пожарами на судах по расширенной программе согласно требований раздела АVI/3 Кодекса ПДМНВ, ИМО – модель курса подготовки Судоводителей»	303
Приложение В – Учебный план по обучению курсантов методам крепления контейнеров	305
Приложение Г – Тренажерная подготовка по обучению и освоению курсантами (студентами) Электронной Картографической Навигационной Информационной системы	311

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АИС – Автоматическая Идентификационная Система
АНП – Американская Нефтяная Промышленность
АОИМ – Американское Общество Испытания Материалов
АПКОИ – Аппаратно-Программный Комплекс Обмена Информацией
АПРБ – Аварийные Позиционные Радио-Буи
АРМ – Автоматизированное Рабочее Место
АРТП – Автоматический Радиотехнический Пост
АСНВ – Адаптивная Система Нечеткого Вывода
АСУ – Автоматизированная Система Управления
АТС – Автоматическая Телефонная Станция
БД – База Данных
БЗ – База Знаний
БИИМ – Блок Инерциальных Измерительных Модулей
БИНС – Бескарданная Инерциальная Навигационная Система
БОК – Безопасная Осадка под Килем
БПДИК – Блок Пересчета Данных Интегрированного Комплекса
БРЛС – Береговая Радиолокационная Станция
БСН – Береговая Система Наблюдения
БЧЭ – Блок Чувствительных Элементов
ВСТ – Вертикальное Снижение Точности
ГГК – Гиро-Горизонтальный Компас
ГДУ – Главная Двигательная Установка
ГК – ГироКомпас
ГКП – Главный Командный Пункт
ГЛОНАСС (ГНСС) – Глобальная Навигационная Спутниковая Система
ГМИ – ГидроМетеорологическая Информация
ГМССБ – Глобальная Морская Система Связи при Бедствии и для Обеспечения Безопасности
ГМУ – ГидроМетеорологические Условия
ГПТ – Геометрическое Повышение Точности
ГСТ – Горизонтальное Снижение Точности
ДБК – Дуга Большого Круга
ДГНСС – Дифференциальная Глобальная Навигационная Система Средне-орбитальных Спутниковых Систем
ДГССС – Дифференциальная Глобальная Система Спутниковой Связи
ДП – Динамическая Позиция
ДПС – Дифференциальная ПодСтанция
ЕГСНП – Европейская Геостационарная Служба Навигационного Покрытия
ЕС – Европейский Союз
ЕЭС – Единая Электроэнергетическая Система
ЗКВС – Зона Контроля за Выбросами Серосоединений

ИАНС – Интегрированная Автоматизированная Навигационная Система
ИБМ – Информация о Безопасности на Море
ИИРС – Информационно-Интегрированная Распределенная Система
ИИС – Интеллектуальная Информационная Система
ИНМАРСАТ – Международная Система Связи
ИНС – Интегрированная Навигационная Система
ИРИДИУМ – Низкоорбитальная Система Спутниковой Связи
ИС – Интеллектуальная Система
ИСАУ – Интегрированная Автоматизированная Система Управления
ИСМ – Интегрированная Система Ходового Мостика
ИСОИ – Интегрированная Система Ориентации и Навигации
ИСС – Интегрированная Система Судна
ИСУ – Интегрированная Система Управления
ИТ – Информационные Технологии
КБМ – Комитет по Безопасности на Море
КВКИ – Комитет по Вопросам Космических Исследований
КВЦ – Координационно-Вычислительный Центр
КЗМС – Комитет по защите Морской Среды
ККС – Контрольно-Корректирующая Станция
ККЭС – Конструктивный Коэффициент Энергоэффективности Судна
КМКВЗК – Координационный Межведомственный Комитет по Вопросам Загрязнения в Космосе
КОМИКП – Комитет ООН по Мирному Использованию Космического Пространства
КОР – Коэффициент Объёмного Расширения
КОСПАС – Комплексная Система Аварийных Судов
КОЭЭ – Коэффициент Определения Энергоэффективности
КСР – Картографическая Система с Растровыми Экранами
КСУТС – Комплексная Система Управления Техническими Средствами
КУЗП – Коэффициент Уточнения Значения (величины) Плотности
ЛЗП – Линия Заданного Пути
ЛИ – Летальный Исход
ЛПД – Линия Передачи Данных
МАМС – Международная Ассоциация Маячных Служб
МАРПОЛ 73/78 – Международная Конвенция по предотвращению загрязнения моря с судов от 1973 г., изменённая и дополненная в соответствии с Протоколом от 1978 г.
МГО – Международная Гидрографическая Организация
МК ОСПС – Международный Кодекс Охраны Судов и Портовых Средств
МК МПОГ – Международный Кодекс Морской Перевозки Опасных Грузов
МК ПДМНВ–78/95 – Международная Конвенция о Подготовке и Дипломировании Моряков и Несении Вахты 1978 г., с поправками 1995 г.
МКО – Машинно-Котельное Отделение
МКСПБ – Международный Кодекс по Системам Пожарной Безопасности

МКСС – Международный Кодекс по Спасательным Средствам
МКУБ – Международный Кодекс по Управлению Безопасной Эксплуатацией Судов и Предотвращению загрязнения
ММО – Международная Морская Организация
МПК – Морской Подвижный Комплекс
МПО – Морские Подвижные Объекты
МППСС–72 – Международные Правила Предупреждения Столкновения Судов в Море, 1972 г., с поправками
МПС – Международная Палата Судоходства
МСА – Агентство по Безопасности Мореплавания Великобритании
МСУДС – Мобильная Система Управления Движением Судов
МТ – Мореходные Таблицы
НАВТЕКС – Навигационный Телекс
НАП – Навигационная Аппаратура Потребителей
НИС – Навигационно-Информационная Система
НКА – Навигационный Космический аппарат
НО – Навигационное Оборудование
НП – Навигационные Параметры
НПА – Необитаемый Подводный Аппарат
НСОВД – Навигационная Система Определения Времени и Дальности
ОВЧ – Очень Высокая Частота
ОСО – Общий Стандартный Объем
ОУРМ – Особо Уязвимые Районы Моря
ОУС – Операторы Услуг Связи
ОФО – Общий Фактический Объем (Вместимость)
ОЭМ – Оптико-Электронный Модуль
ПА – Приемная Аппаратура
ПАР – Переносные Аварийные Радио-буи
ПИ – Приёмный Индикатор
ПИП – Пропорционально-Интегрально-Производные
ПКИ – Приёмник Корректирующей Информации
ПО – Программное Обеспечение
ПОК – Погрешность Отклонения от Курса
ППИ – Пункт Приёма Информации (на суше)
ПРД – План Распределения Данных
ПРДС – Почта Регулирования Движения Судов
ПРИП – Прибрежные Предупреждения
ПСС – Поисково-Спасательная Служба
ПСТ – Период Снижения Точности
ПУЭС – План Управления Энергоэффективностью Судна
РГВ – Расширенный Групповой Вывод
РДХМ – Руководство по Действиям на Ходовом Мостике (Международной Палаты Судоходства, 2007 г.)
РЛС – РадиоЛокационная Система

РМН – Расстояние до Места Назначения
РМРС – Российский Морской Регистр Судоходства
РНС – РадиоНавигационная Система
РТП – РадиоТехнический Пост
РТТ – Расстояние до Текущей Точки
РШСУ–98 – Рекомендации по Организации Штурманской Вахты на Судах Украины
РЭКНС – Резервная Электронная Картографическая Навигационная Система
САРП – Система Автоматизированной Радиолокационной Прокладки
САРСАТ – Спутниковая Система Слежения, Используемая для Поиска и Спасения
САС – Судовая Автоматизированная Система
САУД – Система Автоматического Управления Движением
САУКС – Система Автоматического Управления Курсом Судна
СПП – Система Глобального Позиционирования
СД – Система Дублирования
СДИ – Системы Дальней Идентификации и Слежения за Судами
СК – Система Координат
СКП – Средняя Квадратичная Погрешность
СКЦ – Спасательно-Координационный Центр
СМС – Системы Мониторинга Судов
СН – Средства Наблюдения
СНГ – Сжиженный Нефтяной Газ
СНО – Судовая Навигационная Ошибка (отклонение)
СНС – Спутниковая Навигационная Система
СОКВР – Спутники, Обеспечивающие Контроль Времени и Расстояния
СОЛАС–74 – Международная Конвенция по Охране Человеческой Жизни на Море, 1974 г.
СРД – Системы Разделения Движения
СРНС – Спутниковые РадиоНавигационные Системы
СРП – Станции и Районы Предупреждения
СС – Системы Связи
ССВ – Судовая Система Видеонаблюдения
ССИ – Системы Связи и Информации
ССОО – Судовая Система Охранного Оповещения
СТИ – Станция Траекторных Измерений
СТП – Снижение Точности Позиционирования
СТС – Судовые Технические Средства
СУ – Система Управления
СУДС – Системы Управления Движением Судов
СЭС – Судовая Электроэнергетическая Система
ТАУ – Теория Автоматического Управления
ТП – Точка Пути
ТСС – Технические Средства Судовождения

УДС – Управление Движением Судов
УКВ – УльтраКороткие Волны
УМР – Управление Морскими Ресурсами
УПЖФ – Установленная (определённая) Плотность Жидкой Фазы
УСП – Устройство Сервиса Приложений
ФОГ – Фактический Объём Груза
ЦИВ – Цифровой Избирательный Вызов
ЦКС – Центр Коммуникации Сообщений
ЦПУ – Центральный Пункт Управления
ЦСД – Центр Сбора Данных
ЦУДС – Центр Управления Движением Судов
ЦУС – Центр Управления Системой
ЧСО – Чистый Стандартный Объём (Вместимость)
ШИМ – Широтно-Импульсная Модуляция
ЭКНИС – Электронная Картографическая Навигационно-Информационная Система
ЭКС – Электронная Картографическая Система
ЭНК – Электронные Навигационные Карты
ЭС – Экспертная Система

LIST OF ABBREVIATIONS

ACSSC – Automatic Control System for Ship's Course
ACT – Automatic Control Theory
ADGC – Advanced Group Conclusion
AGC – Arc Of A Great Circle
AIS – Automatic Identification System
AN – Aids of Navigation
ANFIS – Adaptive Network-based Fuzzy Inference System
API – American Petroleum Industry
ARP – Automatic Radio Post
ASM – Automatic System of Management
ASN UK – Agency on Safety of Navigation United Kingdom
ASP – Application Service Provider(s)
ASTM – American Society for Testing and Materials
ATC – Automatic Traffic Control
ATS – Automatic Telephone Station
AWS – Automated Work Station
BDCIC – Block of Data Conversion of the Integrated Complex
BPG – Bridge Procedures Guide, ICS
BSE – Block of Sensitive Elements
CCM – Centre for Communication Messages
CCR – Central Control Room
CCRS – Control-Correcting Station
CCS – Control Center of System
CIM – Communications and Information Means
CIR – Correcting Information Receiver
CM – Communication Means
COLREGS – International Regulations for Preventing Collisions at Sea
COS – Coordinate System
COSPAR – Committee on Space Research
COSTALD – Corresponding State of Liquid Density
CPI – Control Point for Information (on land)
CRS – Coastal Radar Stations
CS – Control System
CSCTM – Complex System of Control of Technical Means
CSP – Communication Service Provider(s)
CSS – Coastal Surveillance System
CSVD – Complex System of Vessels in Distress
CW – Coastal Warnings
DB – Data Base
DCC –Data Collection Center
DCF – Density Correction Factor
DCL – Data Communication Line
DDP – Data Distribution Plans

DGPS – Differential Global Positioning System
DP – Dynamic Position
DRS – Differential Substation
DS – Duplication System
DSC – Digital Selective Calling
DTD – Distance to Destination
DTW – Distance to Waypoint
EBR – Engine and Boiler Room
ECDIS – Electronic Chart Display and Information System
ECS – Electronic Chart System
EEDI – Energy Efficiency Design Index
EGNOS – European Geostationary Navigation Overlay Service
ENC – Electronic Navigational Chart
EPRB – Emergency Portable Radio Buoys
ERB – Emergency Position Radio Buoys
ES – Expert System
EU – European Union
FO – Fatal Outcome
FSS Code – International Code for Fire Safety Systems
GAI – Geometric Accuracy Improvement
GC – Gyro Compass
GHC – Gyro-Horizontal Compass
GLONASS – Global Navigation Satellite System
GMSDS – Global Maritime System Distress and Safety
GOV – Gross Observed Volume
GPS – Global Positioning System
GPS CTE – GPS Cross Track Error
GSV – Gross Standard Volume
HDOP – Horizontal Delution of Precision
HMI – Hydro-Meteorological Information
HMC – Hydro-Meteorological Conditions
HSCIE – The Hardware-Software Complex of Information Exchange
IACS – Integrated Automated Control System
IADS – International Committee on Pollution in Space
IALA – International Association of Lighthouse Authorities
IANS – Integrated and Automated Navigation System
ICCC – International Coordination Computing Center
ICS – Integrated Control System
ICSH – International Chamber of Shipping
IHO – International Hydrographic Organization
IIDS – Information and Integrated Distribution System
IIS – Intellectual Information System
IMDGC – International Maritime Dangerous Goods Code
IMO – International Maritime Organization
IMU – Inertial Measurement Unit

INMARSAT – International Maritime Satellite Organization
 INS – Integrated Navigation System
 IRIDIUM – Low-Orbit Satellite Communication System
 IS – Intellectual System
 ISM Code – International Safety Management Code
 ISNB – Integrated System of Navigation Bridge
 ISON – Integrated System of Orientation and Navigation
 ISPS CODE – International Code for Security of Ships and of Port Facilities
 ISS – Information of Safety at Sea
 ISSH – Integrated System of Ship
 IT – Informational Technology
 KB – Knowledge Base
 LPG – Liquid Petroleum Gas
 LRIT – Long Range Identification and Tracing of Ships
 LSA CODE – International Life-Saving Appliance Code
 MARPOL–73/78 – International Convention for the Prevention of Pollution From Ships, 1973 as modified by the Protocol of 1978
 MCP – Main Command Post
 MEPC – Marine Environment Protection Committee
 MMO – Marine Moving Objects
 MMS – Maritime Moving Service
 MP – Main Propulsion
 MRM – Maritime Resource Management
 MSC – Maritime Safety Committee
 MSE – Mean Square Error
 MSVTM – Mobile System of Vessel Traffic Management
 MTM – Marine Technical Means
 MVTIS – Mobile Vessel Traffic Services
 N – Navigation
 NAVAREA – Navigational Area
 NAVSTAR – NAVigation Satellites Providing Time And Range
 NAVSTR – Navigation System with Timing and Ranging
 NAVTEX – NAVigational TEXt Message
 NE – Navigation Equipment
 NEU – Navigation Equipment of User
 NP – Navigation Parameters
 NSV – Net Standard Volume
 NT – Nautical Tables
 OEM – Opto-Electronic Module
 P – Plotter
 PDOP – Position Delution of Precision
 PID – Proportional-Integral-Derivative
 PVAS – Particularly Vulnerable Areas of The Sea
 PWM – Pulse-Width Modulation
 RCC – Rescue Coordination Center

RCDS – Raster Chart Display System
RE – Receiving Equipment
RECDS – Reserve Electronic Chart Display System
RMRS – Russian Maritime Register of Shipping
RNS – Radio Navigation System
RONSSU – Recommendations on the Organization of Navigation Service on Ships of Ukraine
RP – Radio-Post
RS – Radar Station
S – Software
SARP – System of Automated Radar Plotting
SAS – Ship Automated System
SECA – Sulfur Emission Control Area
SEEMP – Ship Energy Efficiency Management Plan
SINS – Strapdown Inertial Navigation System
SNS – Satellite Navigation System
SOLAS –74 – International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974
SPS – Ship Power System
SRS – Search and Rescue Service
SRSAT – Search and Rescue Satellite Aided Tracking
SSAS– Ship Security Alert System
ST – Surveillance Tools
STCW–78/95 – International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers
STM – Station Trajectory Measurements
SVSS – Ship Video Surveillance System
TDOP – Time Delution of Precision
TL – Track Line
TMN – Technical Means of Navigation
TOV – Total Observed Volume
TSS – Traffic Separation Schemes
UKC – Under Keel Clearance
UNCOPUOS – UN Committee on the Peaceful Uses of Outer Space
UPS – Unified Power System
USB – Ultra Short Band
UUV – Unmanned Underwater Vehicles
VCF – Volume Correction Factor
VDOP – Vertical Delution of Precision
VHF – Very High Frequency
VMS – Vessels Monitoring Systems
VTMS – Vessel Traffic Management System
VTS – Vessel Traffic Service
VTSC – Vessel Traffic Service Center
WP – Way Point

ВВЕДЕНИЕ

Морская безопасность и защита морской среды, как неотъемлемая часть морской безопасности, остается в поле зрения всей мировой общественности. И не случайно девизом Международной Морской Организации является – «более безопасные суда и более чистые моря». Этот девиз влиятельной международной организации остается краеугольным камнем глобальной морской деятельности.

Опасности всегда сопутствовали процессу мореплавания. Понятие «безопасность плавания» содержит терминологическую неопределённость. Действительно, что это – плавание без опасностей? Но опасности в море всегда существовали, и будут существовать. Тем не менее, это словосочетание прочно укрепилось в научно-технической литературе и нормативно-правовых актах, касающихся деятельности судов во время их плавания и стоянки. Так что же мы вкладываем в понятие «безопасность плавания»? По сложившейся практике под этим термином подразумевается повышение надёжности судоходства, уменьшение аварийных случаев (кораблекрушений, аварий, аварийных происшествий, эксплуатационных повреждений) путем применения системы международных и национальных мер технического, организационного, социального и правового характера. Таким образом, правильнее вести речь о безопасности плавания и о том, как это обеспечить. В этом смысле обеспечение безопасного (безаварийного) плавания охватывает очень широкий круг вопросов. Для проектировщиков оно, в первую очередь, означает, чтобы при проектировании обеспечить судну такие мореходные качества, такие устройства и оборудование, которые позволили бы преодолеть во время плавания воздействие на судно сил природы и благополучно дойти до порта назначения. Судостроители воспринимают обеспечение безопасности плавания как требование производственной деятельности при постройке судов и определяют его как совокупность технических правил, выраженных в нормативной и проектной документации, различных международных конвенциях, неукоснительное соблюдение которых обеспечивают заданные мореходные качества судна, надлежащее действие судовых устройств и оборудования, предназначенных для успешного преодоления сил природы и иных опасностей на море.

Руководители морских пароходств и судоходных компаний воспринимают обеспечение безопасности плавания и предотвращение загрязнения с судов окружающей среды, как форму практической деятельности при эксплуатации флота и поэтому шире подходят к его определению. Они включают в это понятие наряду с мореходными качествами судна и техническими нормативами, во-первых, техническое состояние судна в целом, во-вторых, степень специальной подготовленности судовых специалистов к исполнению служебных обязанностей, в-третьих, уровень организации судовой вахтенной службы, как на мостике, так и в машинном отделении, в-четвёртых, умение экипажа организовать и вести борьбу за живучесть судна, в-пятых, меры по повышению уровня безопасности в борьбе с терроризмом на море.

Кроме того, обеспечение безопасности плавания, с точки зрения деятельности морских пароходств и судоходных компаний, должно отражаться в используемых методах судовождения, эксплуатации судовых энергетических установок и вспомогательных механизмов, бункеровки, буксировки, оказания помощи и спасания на море, предупреждения столкновений судов, расстановки и использовании систем навигационного оборудования, средств радиосвязи, навигационных систем определения места судна, картографических и гидрографических работ.

На наш взгляд, можно дать следующее определение: обеспечение безопасности (безаварийности) плавания судов и предотвращение загрязнения окружающей среды есть совокупность технических, экономических, организационных, эксплуатационных и правовых средств и методов, направленных на охрану человеческой жизни и имущества на море, предотвращение загрязнения с судов окружающей среды, соответствующих достигнутому научно-техническому уровню оснащённости флота и методов его эксплуатации.

Анализ причин возникновения аварий на судах выявляет не только ошибки в действиях экипажа, конструктивные недоработки судовых конструкций, но и упущения в системе подготовки моряков. В любой экстремальной обстановке от правильных и своевременных действий человека зависят жизнь экипажа, сохранность судна и груза, предотвращение загрязнения окружающей среды. Поэтому так важен профессионализм моряков, характеризуемый не только практическими навыками и умениями, но и достаточными теоретическими знаниями, позволяющими быстро оценить ситуацию и выбрать безошибочное решение.

Материал монографии основан на национальной нормативной базе, учитывающей международные требования по безопасности эксплуатации судов и рекомендации хорошей морской практики. Однако, следует заметить, что вне зависимости от принятия и ввода в действие национальных и международных правовых и нормативных документов, касающихся безопасной эксплуатации судна, основные принципы действия экипажа в тех или иных аварийных ситуациях, базирующихся на многолетнем опыте мореплавателей, остаются неизменными.

Монография посвящена вопросам практического использования на морском транспорте современных информационных технологий с целью обеспечения безопасности судоходства и их комплексного использования.

Описаны основные причины возникновения рисков на судах и принципы управления рисками в судовождении.

Дана структура интегрированных автоматических систем и интеллектуальные методы управления в современном судовождении.

Охарактеризованы современные информационные технологии для обеспечения безопасности судоходства и их комплексное использование (E-Navigation).

Предложены рекомендации по повышению эффективности морских грузоперевозок, в частности, План Управления Энергоэффективностью Судна и Конструктивный Коэффициент Полезного Действия СЭУ.

Рассмотрен вопрос компетентностного подхода при подготовке квалифицированных Судоводителей на уровне Эксплуатации и Управления.

Описаны симуляционные тренажерные комплексы для подготовки плавсостава морских судов, судоводителей с выдачей обучающимся Сертификатов Международного Образца.

Монография предназначена для курсантов (студентов), магистров, аспирантов и преподавателей морских, технических, экологических, экономических, юридических специальностей Вузов и факультетов.

Будет полезной для научных и практических работников в области безопасного судовождения, защиты морской и окружающей среды.

1 НОРМАТИВНО-ПРАВОВАЯ БАЗА БЕЗОПАСНОСТИ СУДОХОДСТВА И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

1.1 Безопасность судоходства

Английский морской научно-исследовательский институт Nautical Institute выпустил практическое руководство по обеспечению общей безопасности судов и безопасной работе на судах и на причалах рядом с судами. Оно отвечает требованиям Международного Кодекса – International Ship and Port Facility Security – Code, 2004 г. и предназначено для капитанов судов, менеджеров судоходных компаний, судовых офицеров по охране. К тому же оно учитывает новые многообразные угрозы для безопасности судов, появившиеся после 2004 г., и еще не учтенные в действующей редакции Кодекса ОСПС.

Автор руководства считает своим долгом избавить тех, кому оно предназначено, от благодушия и самоуспокоенности. Тем более, что речь идет о людях, которые несут, ответственность за судно, за груз, за экипаж и за всех тех, кто работает на его борту во время стоянок в портах. Они должны организовывать на судах постоянно действующую систему управления охраной, в основе которой должен лежать «человеческий фактор». Люди должны проникнуться важностью задач обеспечения охраны судна, как безопасности мореплавания, и не ограничиваться «слепым» исполнением инструкций, правил и перечней того, что требуется делать на судне [1–3].

В руководстве рассматриваются разные вопросы по теме охраны, связанные, в частности, с угрозой пиратских нападений, проникновением на борт нелегальных иммигрантов, с террористическими актами. Капитан судна и экипаж должны действовать как единое целое и должны знать, как можно противодействовать угрозам безопасности, а еще лучше, как их предотвращать, как проводить профилактическую работу на судах.

Морская академия Warsash Maritime Academy (WMA) стала первым в Великобритании морским учебным заведением, предоставляющим услуги по преподаванию утвержденного Агентством по безопасности мореплавания Великобритании курса для экипажей судов по управлению «человеческим фактором» и лидерству на эксплуатационном уровне HELM – Human Element, Leadership at the Operational Level. Цель этого учебного курса СОСТОИТ в том, чтобы обучить моряков нетехническим навыкам эксплуатации судов и управления судоходными компаниями. К тому же это теперь – еще одно из звеньев в цепи пожизненного образования моряков мирового торгового флота.

Курс называется нетехническим, поскольку имеет дело с обучением и выработкой у членов экипажей судов таких качеств, как:

- * социальные навыки – лидерство и работа в команде;
- * навыки общения и работа в условиях мультикультурного окружения;
- * планирование и координация навыков по оптимизации рабочей нагрузки в процессе управления судном и судоходной компанией;
- * познавательные навыки – анализ и принятие решений;
- * навыки высокоуровневой ситуационной бдительности.

В Херсонской государственной морской академии (Украина) с 2011 года функционируют постоянно действующие семинары повышения квалификации морского командного состава по Управлению морскими ресурсами с выдачей сертификата об их окончании и компетентности [31].

Международная конвенция по охране человеческой жизни на море 1974 г.

Это международный договор, содействующий усилению охраны человеческой жизни на море, заключенный государствами в 1974 г. с целью установления с их общего согласия единообразных принципов и правил, применяемых к судам, с последующим введением их в силу путем издания законов, декретов, приказов, правил [3, 4]. Договор распространяется на все пассажирские суда, перевозящие более 12 пассажиров, и на грузовые суда валовой вместимостью 500 и более, совершающие международные рейсы.

Конвенция определяет порядок освидетельствования судов, приборов, систем и оборудования, выдачи соответствующих свидетельств о безопасности. Раскрываются требования к контролю над освидетельствованием и расследованием аварий. Излагаются требования к конструкции судна: делению на отсеки, устойчивости, его машинам и электрическим установкам. Определяются меры пожаробезопасности на пассажирских судах, на грузовых судах и на танкерах. Раздельно для пассажирских и грузовых судов излагаются требования к спасательным шлюпкам, плотам и иным спасательным средствам (кругам, устройствам для метания линя), расписаниям по тревогам. Регламентируются требования к радиотелефонным и радиотелеграфным устройствам, радиовахте, радиожурналам. Требования по безопасности мореплавания касаются информации об опасностях, метеорологической информации, данных ледовой разведки, аварийных и спасательных сигналов. Особо выделены требования к ядерным судам, а также судам, перевозящим зерно и опасные грузы. Кроме того, в Конвенции приводятся проформы различных свидетельств. Судно и его оборудование должны поддерживаться в состоянии, отвечающем требованиям Конвенции и гарантирующем пригодность для выхода в море без опасности для судна и людей, находящихся на борту.

Для проведения в жизнь этих предписаний участвующие в Конвенции государства должны проводить первоначальное (до начала эксплуатации) и периодические последующие освидетельствования и подтверждать соответствие судна требованиям Конвенции выдачей ему ряда свидетельств – «Свидетельство о безопасности пассажирского судна», «Свидетельство о безопасности грузового судна по конструкции», «Свидетельство о безопасности

грузового судна по оборудованию и снабжению», «Свидетельство о безопасности грузового судна по радиооборудованию». Свидетельства выдаются Правительством Государства флага или от его имени уполномоченной им организацией. В России эта функция возложена на Российский Морской Регистр Судоходства. Согласно Конвенции СОЛАС–74 г. и Протоколу 1978 г. к ней, а также Международной конвенции о грузовой марке 1966 г. [5], эта организация наделена исключительными полномочиями осуществлять проверку и освидетельствование поднадзорных судов, а также, продление, изъятие старого или выдачу нового Свидетельства о безопасности.

Норвежская компания Norsafe Group, специализирующаяся на производстве спасательных шлюпок свободного падения – free-fall lifeboat на октябрь 2012 г. имела портфель заказов стоимостью 1,7 млрд. норвежских крон, благодаря огромному спросу на ее продукцию на мировом судоходном рынке.

Разработанные ею три новых типа спасательных шлюпок (рис. 1.1) получили сертификат соответствия норвежского классификационного общества DNV-OS-E-406 и отвечают строгим международным требованиям применительно к спасательным шлюпкам свободного падения, находящим применение как на судах мирового торгового флота, так и на установках, работающих на шельфе.



Рисунок 1.1 – Спасательная шлюпка свободного падения

Первая модель – GES (Graffiti Escape System) 50 МКШ имеет длину 50 фут и рассчитана на 70 чел. Без пассажиров она весит 20 тонн и, согласно сертификату, может осуществлять падение на воду с высоты 47 м.

Эта система прошла экстремальные тестовые испытания и уцелела даже при падении с высоты в 61,53 м. Среди ее заказчиков – судостроительные верфи, нефтяные корпорации, владельцы установок по добыче нефти и газа на океанском шельфе, она рассчитана на эксплуатацию в суровых условиях Северного моря, Баренцева моря, Северной Атлантики.

Международная конвенция о грузовой марке (КГМ–66)

Грузовая марка – система знаков на бортах судна в районе миделя, определяющих допустимую осадку для различных районов и условий плавания [5]. Грузовая марка наносится белой или желтой краской на темном фоне или черной на светлом. Обычно состоит из трёх групп знаков: палубной линии, круга и грузовых ВЛ. Знак организации, назначившей грузовую марку, наносится в виде начальных букв названия организации, помещаемых в круге под или над горизонтальной линией. Регистр выдает Свидетельство о грузовой марке – документ, устанавливающий минимальную высоту надводного борта, которая определяется по Правилам о грузовой марке морских судов, разработанным на основе Международной конвенции о грузовой марке. Свидетельства должны иметь суда валовой вместимостью свыше 80, а суда Международного плавания – свыше 150. Конвенция была принята на Международной конференции в Лондоне, созванной ММО в 1966 г. В Конференции участвовали 84 государства.

Конвенция содержит определения ряда терминов (правила, администрация, международный рейс, новое и существующее судно), требования к корпусу и надстройке судна, люковым закрытиям, иллюминаторам, шпигатам, отверстиям, надводному борту; специальные требования к лесному надводному борту; правила нанесения палубной линии и грузовой марки; характеристики зон, районов (их координаты) и сезонных периодов, которым соответствуют грузовые марки судна (например, тропическая зона, южная, зимняя, сезонная зона); форму Свидетельства о грузовой марке и Свидетельства об изъятиях; предложения учесть требования Конвенции в отношении существующих судов, отграничить внутренние воды от морских. Конвенция распространяется на все суда, совершающие международные рейсы, кроме военных кораблей, новых судов длиной менее 24 м, существующих судов валовой вместимостью менее 150, прогулочных и рыболовных судов, а также любых судов, плавающих по Великим Озерам, Каспийскому морю, рекам Св. Лаврентия, Ла-Плате, Паране и Уругваю. Судно, подпадающее под действие Конвенции, должно иметь Международное свидетельство о грузовой марке 1966 г. или Международное свидетельство об изъятии.

Международная конвенция по обмеру судов 1969 г. (Тоннаж–69)

Конвенция была принята на конференции, проходившей в Лондоне в 1969 г. [6]. Согласно ст. 6 Конвенции, определение валовой (объем всех закрытых пространств судна) и чистой вместимости (полезный объем судна) осуществляется Администрацией, которая может поручить такое определение отдельным

лицам или организациям, оставаясь ответственным за определение валовой и чистой вместимости. В Российской Федерации определение вместимости судов осуществляется Российским Морским Регистром Судоходства.

Правила определения вместимости судов приведены в Приложении 1 к Конвенции по обмеру судов. Согласно Правилу 1 вместимость судна разделяется на валовую вместимость и чистую вместимость. В Правиле 2 даются определения (верхняя палуба, теоретическая высота надводного борта, ширина, закрытые помещения, исключаемые помещения, грузовые помещения). В Правиле 3 приводится формула, по которой определяется валовая вместимость, а в Правиле 4 – формула чистой вместимости.

Валовая вместимость (GT) судна согласно Конвенции должна определяться по следующей формуле:

$$GT = K \cdot V, \quad (1.1)$$

где V – общий объем всех закрытых пространств на судне, m^3 ;

K – константа, которая определяется по формуле:

$$K = 0,2 + 0,02 \lg V \quad (1.2)$$

или принимается из данных Дополнения 2 [6].

Правила 5 и 6 посвящены измерению чистой вместимости и расчету объемов. Расчет валовой и чистой вместимости производится независимо друг от друга. Валовый тоннаж (валовая вместимость) является реалистическим отражением размеров судна, а чистый тоннаж (чистая вместимость) – отражением его вместимости и не может быть меньше 30 % валовой вместимости.

Следует обратить внимание на то, что величины вместимости судов, определяемые в соответствии с Конвенцией 1969 г., должны приводиться без указания размерности и выражаются в свидетельстве как «валовая вместимость», «чистая вместимость» в отличие от систем, в которых единицей валовой и чистой вместимости является «регистрационная тонна». Поскольку в конвенциях, кодексах и других документах используется термин «тонна», он получил отражение и в КГМ–66, с отсылкой к Приложению 1 к Конвенции 1969 г.

Каждому судну, валовая вместимость которого определяется в соответствии с Конвенцией, выдается Международное мерительное свидетельство 1969 г. Форма Свидетельства должна соответствовать образцу, приведенному в Приложении II. Свидетельство перестает быть действительным при передаче судна под флаг другого государства (если другое государство является стороной Конвенции, свидетельство продолжает оставаться действительным, но не более трех месяцев или до тех пор, пока администрация не выдаст взамен новое свидетельство – в зависимости от того, что произойдет раньше).

Свидетельство, выданное от имени государства-стороны Конвенции, признается другими государствами-сторонами и рассматривается для всех целей Конвенции как имеющее такую же силу, что и свидетельство, выданное ими самими. Суда, плавающие под флагом государства-стороны Конвенции, подлежат инспекции в портах других государств-сторон.

Конвенция вступила в силу 18 июля 1982 г., и в настоящее время ее участниками являются 128 государств, валовой тоннаж флота которых составляет примерно 98 %.

Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 г.

Одной из наиболее важных разработок ММО [7] в области безопасности судоходства, имевшей место за последние годы, является Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 г., существенно дополненная и измененная в 1995 и 2010 годах [8, 27, 152].

Одной из главных особенностей пересмотра Конвенции было принятие нового Кодекса о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты, который состоит из двух частей:

- Часть А – обязательная содержит минимальные стандарты компетенции для плавсостава;
- Часть Б – рекомендательная содержит рекомендации по внедрению и применению Конвенции.

При подготовке ПДМНВ был предложен функциональный подход к оценке качества обучения и компетентности моряков. Этот метод рассматривает нормы компетентности для надлежащего их исполнения на судне, соответствующие стандартам уровня теоретических знаний и практических навыков. Определено семь основных функций в области эксплуатации, управления и материально-технического обслуживания судна, а именно: судовождение; обработка и размещение груза; судовые операции и обеспечение безопасности людей; судовые механические установки; техническое обслуживание и ремонт; электрооборудование, электронная аппаратура и системы управления; радиосвязь.

Ответственность определена на трех уровнях (levels):

- управление (administrative): капитан, старший помощник капитана, старший механик, второй механик – лица, отвечающие за исполнение обязанностей экипажем;
- эксплуатация (operational): помощники капитана, механики, радисты – лица, обеспечивающие навигационную или машинную вахту, выполнение работ по обслуживанию судна, грузовых операций;
- вспомогательный (support): рядовой состав, участвующий в несении навигационной или машинной вахты, вахте в порту, в грузовых операциях, обслуживании судна.

В соответствии с требованиями Конвенции предусмотрены следующие группы документов:

Certificate of competency – диплом лица командного состава, который выдается капитанам, судовым офицерам и радиоспециалистам ГМССБ в соответствии с положениями глав II, III, IV или VIII Конвенции;

Certificate of proficiency (свидетельство о профессиональной пригодности) – означает документ, выданный моряку, другой, чем диплом лица командного состава, который подтверждает, что требования Конвенции в отношении подготовки, компетентности и плавстаже выполнены.

В эту группу входят как документы о квалификации лиц рядового состава, выдаваемые в соответствии с требованиями Правил II/4, II/5, III/4, III/5, VII/2, так и некоторые свидетельства о прохождении подготовки, требуемой Конвенцией ПДМНВ, в частности, свидетельства для работы на танкерах, свидетельство Офицера охраны судна.

Documentary evidence (документальное подтверждение) – означает документ, другой, чем диплом лица командного состава или свидетельство о профессиональной пригодности, который подтверждает, что соответствующие требования Конвенции выполнены.

К этой группе, в частности, будет относиться свидетельство о подготовке по выживаемости, персонала пассажирских судов.

В Конвенции определено, что документы о компетентности (дипломы), выдаваемые капитанам и лицам командного состава морских судов в соответствии с требованиями Правил II/1, II/2, II/3 (судоводителям), III/1, III/2 (механикам), III/6 (электромеханикам), IV/I, IV/2 (радио-специалистам) или VII/2 (специалистам с интегрированными профессиями) и свидетельства о профессиональной пригодности, выдаваемые в соответствии с правилами II/4, II/5 (матросам), III/4, III/5 (мотористам), III/7 (электрикам), VII/2 ((специалистам с интегрированными профессиями), а также документы о подготовке в соответствии с правилами V/1-1, V/1-2 (свидетельства о подготовке для работы на танкерах) должны выдаваться только Администрацией.

Конвенцией предусмотрено, что, начиная с 01.01.2017 г., информация о статусе документов моряков должна быть доступна на английском языке через электронные средства связи для других Сторон Конвенции и компаний при проверке подлинности и действительности этих документов с целью их признания в рамках требований Правила I/10 Конвенции.

В соответствии с Конвенцией предусмотрены следующие дипломы и квалификационные свидетельства для лиц командного состава и судового экипажа:

- капитан (Master);
- старший помощник капитана (Chief Mate);
- вахтенный помощник капитана (officer in charge of a navigational watch);
- капитан судов прибрежного плавания валовой вместимостью менее 500 (Master on ships of less than 500 engaged in near-coastal voyages);
- вахтенный помощник капитана судов прибрежного плавания валовой вместимостью менее 500 (Officer in charge of a navigational watch on ships of less than 500 engaged in near-coastal voyages);
- радиоэлектроник 1 разряда;
- радиоэлектроник 2 разряда;
- оператор ГМССБ (общий);
- оператор ГМССБ (ограниченный);
- старший механик;
- второй механик;

- вахтенный механик;
- электромеханик (electro-technical officer);
- квалифицированный матрос (able seafarer deck);
- квалифицированный моторист (able seafarer engine);
- электрик (electro-technical rating).

В Конвенции приведены минимальные требования к компетенции дипломируемых лиц, список должностей на судне, подлежащих обязательной сертификации и дипломированию [8].

Сертификаты специалиста по спасательным средствам для вахтенных помощников капитана должны быть учтены в рабочих дипломах вахтенных помощников капитана, в соответствии с SOLAS-74, гл. III, пр. 10 [30]; STCW-78/95, раздел A-VI/2, пп. 1–4.

Минимальные стандарты компетентности по оказанию первой медицинской помощи для вахтенных помощников капитана и вахтенных механиков, указанные в разделе A-VI/4, пп. 1-3; табл. A-VI/4-1, должны быть учтены в программах для получения рабочих дипломов вахтенных помощников капитана и вахтенных механиков. В случае отсутствия в программе обучения необходимо пройти специальные курсы по одобренной программе, подтвержденные сертификатом.

Предусмотрено, что срок действия медицинского свидетельства не должен превышать двух лет. При этом если срок действия медицинского свидетельства истекает в рейсе, то такое свидетельство может считаться действительным до прихода в порт, где моряк может пройти медицинский осмотр, но в любом случае этот период не может превышать трех месяцев.

С 21 по 25 июня 2010 года в Маниле (Филиппины) состоялась Международная Конференция по рассмотрению поправок к Приложению Международной Конвенции и к Кодексу ПДМНВ [8]. В работе Конференции приняли участие 85 государств – сторон Конвенции. В результате обсуждения подготовленных документов Конференция приняла:

- поправки к Приложению к Международной Конвенции ПДМНВ–78, вместе с резолюцией 1 – Принятие поправок к Приложению к Конвенции, содержащиеся в Документе 1 Заключительного Акта Конференции;
- поправки к Кодексу ПДМНВ–78, вместе с резолюцией 2 – Принятие поправок к Кодексу, содержащиеся в Документе 2 Заключительного Акта Конференции [8].

Международные правила предупреждения столкновений судов в море

Система правил, устанавливающих порядок действий судоводителей по предотвращению столкновений судов, принята на международной конференции, состоявшейся в 1972 г. в Лондоне и вступила в силу 15 июля 1977 г.

В МППСС–72 предписываются важные в правовом отношении требования о необходимости соблюдения Правил, вместе с тем указывается, что ничто не может освободить судно, судовладельца, капитана или экипаж от ответственности за последствия, которые могут произойти из-за невыполнения этих Правил.

Правила обязывают судоводителей обращать должное внимание на всякого рода опасности плавания и столкновения и на другие обстоятельства, в том числе ограниченные возможности других судов, которые могут вызывать необходимость отступить от этих правил для предотвращения опасности [17].

Основное содержание МППСС–72:

– часть А – Общие положения (правила 1–3) – содержатся указания на территориальные пределы применения МППСС–72, возможность применения местных правил, ответственность за нарушение Правил, а также даны определения важнейших понятий и терминов;

– часть В – Правила плавания и маневрирования (правила 4–19) – изложены требования по наблюдению за обстановкой, безопасной скорости, расхождению с парусными судами, обгону, ситуациям сближения судов, взаимным обязанностям расходящихся судов, плаванию судов при ограниченной видимости, в узкостях и системах разделения движения, указаны признаки опасности столкновения и рекомендованы действия для его предупреждения;

– часть С – Огни и знаки (правила 20–31) – оговариваются правила пользования огнями и знаками, которые должны соблюдаться от захода до восхода солнца при любой видимости; определяются понятия топового, бортовых, кормового, буксировочного, кругового, проблескового огней; указываются дальности их видимости, а также обязанности по несению огней и знаков судами, выполняющих разнообразные операции;

– часть D – Звуковые и световые сигналы (правила 32–37) – содержит требования к оборудованию для подачи звуковых сигналов, сигналы маневрирования и предупреждения, звуковые сигналы, подаваемые при ограниченной видимости, для привлечения внимания, сигналы бедствия;

– часть E – Изъятия (правило 38) – оговорены максимальные сроки, в течение которых допускается переоборудование по требованиям МППСС–72 устройств для огней, знаков и звуковых сигналов на находящихся в эксплуатации судах:

Приложение I – Расположение и технические характеристики огней и знаков.

Приложение II – Дополнительные сигналы для рыболовных судов, занятых ловом рыбы вблизи друг от друга.

Приложение III – Технические характеристики звукооповещательных устройств.

Приложение IV – Сигналы бедствия.

Правила распространяются на все суда и гидросамолеты, независимо от их флага и национальной принадлежности, находящиеся в открытом море и соединенных с ним водах, по которым могут плавать морские суда. Исключением являются внутренние воды, в том числе районы, где органами власти прибрежного государства устанавливаются особые местные правила (правило 1).

Основой местных правил обычно являются международные, которые в большинстве случаев дополняются либо изменяются применительно к местным условиям плавания. Местные правила плавания, установленные в некоторых портах, объявляются в обязательных постановлениях администрации порта.

Стандарт точности судовождения Международной Морской Организации

Снижение навигационной аварийности – необходимое условие охраны человеческой жизни на море и окружающей среды от загрязнения. Альтернативой навигационной аварийности является навигационная безопасность плавания, то есть такое состояние судна в конкретных обстоятельствах, когда обеспечивается минимальный риск столкновения с неподвижными и подвижными навигационными опасностями [3, 4, 28, 29]. К подвижным навигационным опасностям относят, прежде всего, другие суда, в том числе – на якоре, а также любые искусственные и естественные объекты, не зафиксированные относительно грунта.

К неподвижным естественным и искусственным навигационным опасностям относят любые надводные и обсыхающие объекты, а также подводные объекты с фактическим углублением, не обеспечивающим установленного запаса воды под килем судна.

Для обеспечения безопасности судна от столкновения с неподвижными навигационными опасностями в любой момент рейса должно выполняться простое условие:

$$D_{HO} > 0, \quad (1.3)$$

где D_{HO} – дистанция навигационной опасности, мили.

Таким образом, работа судоводителя по обеспечению навигационной безопасности сводится к непрерывному расчету дистанции D_{HO} и удержанию её в заданных пределах.

Рассчитать D_{HO} на практике возможно двумя способами:

- непосредственным измерением D_{HO} с карты как расстояния между местом навигационной опасности и текущим местом судна;
- аналитическим расчетом D_{HO} по известным координатам навигационной опасности и текущего места судна.

В любом случае необходимо знать как место навигационной опасности, так и место судна. Навигационная опасность, нанесена на карту, или же её координаты приводятся в навигационных пособиях. Погрешность этих координат по сравнению с погрешностью координат места судна пренебрежимо мала и при решении практических задач судовождения ею обычно пренебрегают.

Однако чрезвычайно важно грамотно определить и нанести на карту границы навигационной опасности с учетом характеристик своего судна [28, 29]. Иначе говоря, следует рассчитать и нанести на карту опасную изобату, которая традиционно принимается в качестве границ навигационной опасности.

Глубина опасной изобаты Ноп определяется по уравнению:

$$H_{on} = T_{\phi} + \Delta_{из}, \quad (1.4)$$

где T_{ϕ} – фактическая осадка судна, м;

$\Delta_{из}$ – навигационный запас глубины под килем, м.

Осадка неподвижного судна, $T_{ст}$, при данной плотности воды ρ_i , называется статической и рассчитывается по уравнению:

$$T_{ст} = T_o + \Delta T_{пл}, \quad (1.5)$$

где T_o – максимальная осадка неподвижного судна при данной загрузке и посадке в воде стандартной плотности ($\rho_o = 1,025 \text{ т/м}^3$), м,

$$\Delta T_{пл} = \frac{D}{S} \left(\frac{\rho_o - \rho_i}{\rho_o} \right) \quad (1.6)$$

$\Delta T_{пл}$ – изменение осадки за счет изменения плотности воды при объемном водоизмещении D (м^3) и площади действующей ватерлинии S (м^2).

Статическая осадка значительно увеличивается при движении судна под влиянием крена, дифферента, качки, а также проседания судна на волне и при движении на мелководье вследствие присасывания судна к грунту.

Такая фактическая (динамическая) осадка $T_{ф}$, определяется по формуле:

$$T_{ф} = T_{ст} + \Delta T_{дин}. \quad (1.7)$$

В свою очередь:

$$\Delta T_{дин} = \Delta T_{кр} + \Delta T_{в} + \Delta T_{в}, \quad (1.8)$$

Где $\Delta T_{кр}$ – увеличение осадки за счет крена, м;

$\Delta T_{в}$ – увеличение осадки на волне, м;

$\Delta T_{в}$ – проседание судна при движении на мелководье, м.

Расчет фактической осадки судна $T_{ф}$ сопровождается значительными погрешностями, для компенсации которых предусматривается навигационный запас глубины Δh_z , рекомендованная величина которого для различных районов следующая:

Балтийские проливы – $\Delta h_z \geq 2,0$ м;

Па-де-Кале – $\Delta h_z \geq 4,0$ м;

другие районы – $\Delta h_z \geq 1/3 T_{ст}$.

При нанесении опасной изобаты на навигационную карту необходимо учитывать, что на заданный момент времени в заданной точке расчетное значение глубины места определяют по уравнению:

$$H_{ф} = H_{к} + h_{пр} + \Delta h_{гм} \quad (1.9)$$

где $H_{к}$ – глубина места, показанная на карте, м;

$h_{пр}$ – высота уровня, рассчитанная по таблицам приливов, м,

$\Delta h_{гм}$ – поправка высоты уровня, м, учитывающая непериодические колебания уровня из-за случайного воздействия гидрометеорологических факторов. На мелководье $\Delta h_{гм} = 3 \dots 5$ м.

Знание текущего места судна обеспечивается непрерывным ведением в рейсе от момента выхода судна в море до момента прибытия в порт назначения навигационной прокладки, которая включает в себя непрерывное счисление координат судна с периодическими определениями места и расчетами маневров для расхождения с другими судами.

Решение этой ответственной задачи в рейсе возлагается на вахтенных помощников капитана, которые в соответствии со своими обязанностями несут полную ответственность за безопасность судовождения.

Процесс измерения и обработки навигационных параметров для расчета исчислимого места судна и определения его координат при наблюдениях сопровождается погрешностями, которыми отягощены получаемые координаты. Поэтому для обеспечения навигационной безопасности плавания необходимо иметь суждение о точности используемых способов определения места судна (точности обсервованных координат).

Оценка точности места судна должна производиться:

- при выполнении предварительной прокладки;
- при подходе к берегу, навигационной опасности, стесненным водам;
- в случаях, когда полученная неувязка обсервации превышает допустимую величину.

Периодичность обсерваций (интервал счисления) определяется требованиями к точности знания места судна в зависимости от условий плавания.

Интервал между обсервациями в зависимости от навигационных условий плавания устанавливает и контролирует капитан судна.

Требования к точности знания места судна регламентированы стандартом точности судовождения, принятым Ассамблеей ММО в Резолюции А.953 (23) от 5 декабря 2003 г.

Стандарт определяет требования к точности знания места судна косвенно, указывая, какую точность должна обеспечить радионавигационная система, которую судоводитель использует для обсерваций в районе (зоне) плавания.

Таких зон Резолюция А.953(23) определяет три:

1. Входы в гавани, подходы к ним, а также прибрежные воды с интенсивным судоходством и существенной степенью риска.

В этой зоне от спутниковой навигационной системы требуется обеспечить точность места судна с радиальной погрешностью не более 10 м, с вероятностью 95 %.

2. Входы в гавани, подходы к ним, а также прибрежные воды с неинтенсивным судоходством и несущественной степенью риска.

В этой зоне от СНС требуется обеспечить точность места судна с радиальной погрешностью не более 10 м, с вероятностью 95 %.

3. Океанская зона

В этой зоне от СНС требуется обеспечить точность места судна с радиальной погрешностью не более 100 м, с вероятностью 95 %. Эта точность соответствует требованиям, как общей навигации, так и требованиям к информации о месте объектов в ГМССБ.

Таким образом, Международная Морская Организация Резолюцией А.953 устанавливает в качестве обобщенного критерия навигационной безопасности плавания вероятность прохода судна без соприкосновения с навигационными опасностями. Плавание считается безопасным, если эта вероятность обеспечивается на уровне не менее $P_{ММО} = 95 \%$.

Такой обобщенный подход позволяет упростить решение практических задач по обеспечению навигационной безопасности плавания уже на этапе планирования рейса с использованием данных Раздела IV Мореходных таблиц МТ-2000.

1.2 Влияние уровня автоматизации на безопасность управления судном

Автоматизация судов – процесс, в результате которого различные функции управления судовым оборудованием, ранее выполнявшиеся человеком, передаются техническим устройствам и приборам. Автоматизация судов как транспортных единиц имеет целью оптимизировать использование судов, сократив время рейсов и стоянок. Это достигается оптимизацией маршрутов судов и планов их загрузки, благоустройством обслуживания в порту, для чего как судно, так и порты оборудуются взаимозависимыми устройствами автоматизации.

Существует частичная автоматизация судов, при которой автоматизируют отдельные процессы, и комплексная автоматизация судов, при которой судно в целом функционирует как единый автоматизированный комплекс. Полная автоматизация судов, когда судно функционирует без экипажа, на современном этапе экономически нецелесообразна и осуществляется лишь в исключительных случаях (например, исследовательские подводные аппараты).

Автоматизация имеет большое социальное значение, так как улучшает организацию вахтенной службы и условия работы команды.

Но, несмотря на то, что автоматизированные средства предназначены для облегчения и упрощения трудовой деятельности человека, уменьшения ошибок, снижения численности персонала, повышения эффективности и безопасности процессов управления, именно автоматизация является причиной многих аварий и катастроф.

Высокий уровень автоматизации судов порождает ряд специфических психологических проблем в области человеко-машинного взаимодействия, связанных с пассивностью и снижением ведущей роли операторов в управлении. Кроме того, под влиянием разнообразия оборудования и сложности его функциональных возможностей увеличивается информационная нагрузка на судовых специалистов.

Таким образом, рост уровня автоматизации судов, компьютеризация процессов управления вызвали изменения условий трудовой деятельности человека вообще, а последнее в свою очередь изменило и требования к судовому персоналу.

1.3 Предотвращение загрязнения морской и окружающей среды

Охрана Мирового океана

В международном экологическом праве сложились основные принципы, которые можно сформулировать следующим образом:

- всеобщий принцип защиты окружающей среды;
- принцип ненанесения вреда природе другого государства действиями, совершаемыми на собственной территории;
- принципа ответственности за нанесение вреда природе другого государства.

Все эти принципы четко сформулированы в «Конвенции ООН по морскому праву» 1982 г.

«Конвенция ООН по морскому праву» 1982 г. является всеобъемлющим международным договором по морскому праву, определяет основополагающие правовые нормы, регламентирующие режим Мирового океана и регулирующие основные виды деятельности по его использованию, изучению и освоению в современных условиях развития общества. Конвенция ратифицирована Российской Федерацией в 1997 г.

Специальная часть Конвенции посвящена защите морской среды от всех возможных форм загрязнения, возникающих в результате человеческой деятельности. Наибольшее внимание уделено регулированию вопросов по предотвращению загрязнения моря с судов. Основная ответственность за соблюдением судами общепризнанных международных норм и стандартов, содержащихся в специальных Конвенциях, принятых под эгидой Международной Морской Организации или иным образом, возложена на государство флага судна. В этих целях государство должно обеспечивать, чтобы суда под его флагом отвечали применимым к ним международным нормам и стандартам, установленным ММО. В случае нарушения судном каких-либо международных правил государство флага независимо от места совершения нарушения обязано безотлагательно его расследовать и в соответствующих случаях начать в отношении виновных преследование, включая уголовное.

Существенным новшеством, закрепленным в Конвенции, является концепция юрисдикции государства порта. Это право, которое предоставляется любому государству, в порт которого зашло иностранное судно, провести расследование предполагаемого нарушения международных норм и стандартов, совершенного за пределами территориальной юрисдикции такого государства, то есть в открытом море. А при наличии достаточных доказательств – начать преследование для наказания виновных в соответствии со своим законодательством (Конвенция ООН по морскому праву 1982 г., ст. 218).

В настоящее время главным международным соглашением, определяющим предотвращение загрязнения окружающей среды судами, является Международная Конвенция по предотвращению загрязнения моря с судов от

1973 г, измененная и дополненная в соответствии с Протоколом от 1978 г., официально именуемая МАРПОЛ 73, вступившая в действие 2 октября 1983 года [9].

В конвенции предусмотрены меры по сокращению и предотвращению загрязнения морской, окружающей среды вредными веществами, которые перевозятся на судах или образуются в процессе их эксплуатации. Текст конвенции содержит инструкции, направленные на предотвращение и уменьшение загрязнения окружающей среды с судов, изложенный в виде шести приложений к основному тексту конвенции:

Приложение I. Правила предотвращения загрязнения нефтью. (Введено в действие с 02.10.83 г.)

Приложение II. Правила предотвращения загрязнения вредными жидкими веществами, перевозимыми наливом. (Введено в действие с 02.10.83 г.)

Приложение III. Правила предотвращения загрязнения вредными веществами, перевозимыми морем в упаковке. (Введено в действие с 28.02.94 г.)

Приложение IV. Правила предотвращения загрязнения сточными водами с судов. (Введено в действие с 27.09.03 г. по отношению к новым судам, а ко всем судам с 27.09.09 г.)

Приложение V. Правила предотвращения загрязнения мусором с судов. (Введено в действие 31.12.88 г.). Пересмотренная редакция Приложения V вступила в силу с 01.01.2013 г.

Приложение VI. Правила предотвращения загрязнения атмосферы с судов. (Введено в действие с 19.05.05 г.)

В 1997 году ММО принят «Технический Кодекс по выбросам окислов азота от судовых дизелей». Кодекс регламентирует порядок и процедуры сертификации в процессе производства и освидетельствования главных и вспомогательных судовых дизелей в процессе их эксплуатации на соответствие нормам выбросов NO_x, установленных Правилом 13 Приложения VI к Конвенции МАРПОЛ 73/78.

Основными источниками загрязнения атмосферы с судов являются:

- озоноразрушающие и токсичные вещества;
- газовые выхлопы главных и вспомогательных двигателей;
- сжигание мусора и отходов в инсинераторах;
- летучие пары углеводородов, попадающие в атмосферу при загрузке-выгрузке нефтяных танкеров и танкеров-химико-газовозов;
- пыль, аэрозоль, пары, образующиеся при погрузочно-разгрузочных работах на судах.

Поэтому Конвенция МАРПОЛ 73/78 содержит Приложение VI, в котором изложены «Правила предотвращения загрязнения атмосферы с судов» и «Технический Кодекс по контролю выбросов окислов азота из судовых двигателей».

Приложение VI Конвенции МАРПОЛ 73/78 вступило в силу 19 мая 2005 года и в настоящее время является обязательным для выполнения на всех судах валовой вместимостью 400 и более, совершающих международные рейсы,

а также для стационарных и плавучих буровых и добывающих платформ, установленных за границей территориальных вод прибрежных государств. Для подтверждения соответствия данных судов и платформ требованиям Конвенции МАРПОЛ 73/78 по вопросам предотвращения загрязнения атмосферы они должны не позднее 19 мая 2008 года получить «Международное свидетельство о предупреждении загрязнения атмосферы».

В Приложении VI выдвинут ряд требований по ограничению выбросов в атмосферу с судов:

а) озоноразрушающие вещества: на судах запрещено использование установок, работающих с использованием озоноразрушающих веществ, а именно: галон 1211, галон 1301, галон 2402 (галон 114В2), ХФУ – 11, ХФУ – 12, ХФУ – 113, ХФУ – 114, ХФУ – 115, если эти установки смонтированы на судне после 19.05.2005.

Эксплуатация на судах установок, в которых используются гидро-хлорфтор-углероды, смонтированных до вступления в силу Приложения VI Конвенции МАРПОЛ 73/78, разрешено до 01.01.2020 г. После этой даты наступает полное запрещение использования озоноразрушающих веществ на судах;

б) оксиды азота и серы: требования по ограничениям выбросов оксидов азота (NO_x), изложенные в Приложении VI МАРПОЛ 73/78, относятся к дизелям, мощностью более 130 кВт, установленным на судах после 1 января 2000 г.

В соответствии с этими правилами эксплуатация дизеля запрещается, если выбросы оксидов азота, рассчитанные как полный взвешенный выброс NO_x, превышают следующие значения:

17г/(кВт × час) при $n < 130$ об/мин;

45 × $n^{-0.2}$ г/(кВт × час) при $n > 130$ об/мин, но $n < 2000$ об/мин;

9,8г/(кВт × час) при $n > 2000$ об/мин,

где n – номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин.

Требования по ограничению выбросов оксидов серы (SO_x) увязаны с районами контроля выбросов SO_x и состоят в следующем:

– содержание серосоединений в любом жидком топливе, используемом на судне, не должно превышать 4,5 % масс, а для районов контроля за выбросами SO_x (например, Балтийское море) не должно превышать 1,0 % масс;

– общий выброс серосоединений с судов (главные и вспомогательные двигатели) не должен превышать 6 г/(кВт × час), если это не обеспечивается техническими характеристиками дизеля, то на судне должна применяться система очистки отработанных газов от серосоединений;

в) сжигание мусора и дымовые отходы инсинераторов: на судах, совершающих международные рейсы, разрешено использовать только инсинераторы, имеющие Свидетельство ММО об одобрении типа, периодически проводится проверка судового инсинератора на соответствие безопасности. Инсинератор одобренного типа способен утилизировать методом сжигания твёрдые отходы, включающие в себя (% масс.): 50 – пищевые отходы, 50 – мусор;

30 – бумага, 40 – картон, 10 – ветошь, 20 – пластмассы; жидкие отходы: 75 – нефтесодержащие осадки, 5 – отработанные смазочные масла, 20 – эмульгированная вода.

Если на судне не установлен инсинератор одобренного типа, запрещается сжигание на борту следующих веществ:

- очищенных нефтепродуктов, содержащих галогенные соединения;
- мусора, содержащего тяжёлые металлы;
- остатков груза и связанных с ним загрязнённых упаковочных материалов, в соответствии с Приложениями I, II, III Конвенции МАРПОЛ 73/78;
- полихлорированных бифенилов (ПХВ), что должно быть отражено в судовом Плане операций с мусором.

г) ограничение выбросов паров углеводородов с танкеров и газовозов: для исключения выбросов паров углеводородов с танкеров при их загрузке-выгрузке в портах, танкер должен быть оборудован системой фильтрации и очистки воздуха, вытесняемого из грузовых танков при их технологических операциях, если танкер не имеет такой системы, то последняя должна быть установлена на нефтепогрузочном терминале и подключаться к системе вентиляции грузовых танков обслуживаемого танкера.

Требования Приложения VI по предупреждению загрязнения атмосферы не применяются:

- к любому выбросу, необходимому для обеспечения безопасности судна или охраны человеческой жизни на море;
- к любому выбросу, являющемуся результатом повреждения судна или его оборудования, при условии, что приняты все разумные меры предосторожности после возникновения повреждения или обнаружения выброса с целью предотвращения или сведения к минимуму выброса;
- к двигателям спасательных шлюпок или к двигателям, используемым в составе аварийного оборудования.

На 58-й сессии комитета ИМО по защите морской среды, состоявшейся 6–10 октября 2008 года в Лондоне, был одобрен проект пересмотренного Приложения VI «Правила предотвращения загрязнения атмосферы с судов» к Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов от 1973 г., измененной Протоколом от 1978 г. к ней (Конвенция МАРПОЛ 73/78) и Технического Кодекса НОх. Проектом предусматриваются более жесткие требования к содержанию соединений серы в судовом топливе: в глобальном масштабе 3,5 % масс. с 1.01.2012 г., до 0,5 % масс. с 1.01.2020 г., а также в районах контроля выбросов оксидов серы 1 % масс. с 1.07.2010 г. и до 0,1 % масс. с 1.01.2015 г.

Согласно новым положениям, проводится деление судовых двигателей на три уровня. Уровень 1 соответствует положениям Правила 13 действующего Приложения VI к Конвенции МАРПОЛ, при этом добавлены еще два уровня. Третий уровень является более жестким, и будет применяться к существующим судам с определенной даты.

Пересмотренные Приложение VI и Технический Кодекс NOx вступили в силу с 1.07.2010 г.

К международным документам по экологической безопасности на морском транспорте может быть отнесен и **Международный кодекс морской перевозки опасных грузов**. По своей сути этот документ представляет доработанные положения Приложения III Конвенции МАРПОЛ 73/78. Отдельным документом МК МПОГ был принят в 1985 году, последние изменения в нем произошли в 1994 году. МК МПОГ закладывает основные принципы классификации и нормативные требования при перевозке вредных веществ [10–12].

В 80-х годах канадскими учеными был предложен термин «морская инвазия», который обусловлен прежде всего с опасным загрязнением морской среды чужеродными для данного региона организмами, переносимыми балластными водами. Последствия «морской инвазии» → снижение биоразнообразия морской среды, нарушение экологического равновесия морской среды и ее разрушение, истощение ресурсов морепродуктов, появление новых видов и их разнообразий, опасных для конкретного региона [18, 26]. Абсолютный ущерб морской среде отдельных регионов уже превысил 700 млрд. долл. США.

В 1992 году Конференция ООН по окружающей среде признала данную проблему, как серьезную международную проблему и ММО в 1997 году издала циркуляр двух своих комитетов: Комитета по безопасности на море и Комитета по защите морской среды – «Руководство по аспектам безопасности, относящимся к замене водного балласта в море». Циркулярное письмо не является обязательным к исполнению, оно носит скорее информационный характер. Поэтому, в том же 1997 году, была принята **Резолюция ММО А.868(20) «Руководство по контролю и управлению балластными операциями на судах в целях сведения к минимуму переноса вредных водных организмов и патогенов»**, а в 2004 году ММО приняла текст **«Международной Конвенции о контроле водного балласта и осадков судов и управления ими»**. Конвенция обязывает все суда валовой вместимостью от 400 выполнять определенные базовые требования, которые обеспечивают при сбросе водного балласта минимальную опасность причинения вреда окружающей среде и здоровью человека вследствие переноса вредных водных и патогенных организмов. Правила Конвенции требуют от судов, валовой вместимостью от 400, построенных в 2009 году или позже, быть оснащёнными судовыми системами обработки балластных вод (Приложение 1). Согласно Конвенции на судне должен быть План управления водным балластом, в котором излагаются основные процедуры, связанные с управлением водным балластом, удалением осадков в море, порту или сухом доке; процедуры по координации управления водным балластом с властями прибрежного государства или порта, в водах которого выполняются такие действия. На судне должен вестись Журнал операций с водным балластом, а судно и его соответствующее балластное оборудование подлежит периодическим освидетельствованиям для получения Международного свидетельства об управлении водным балластом.

Важной составляющей обеспечения экологической безопасности при эксплуатации морского транспорта является технологический аспект использования противообрастающих покрытий корпуса судна. Некоторые противообрастающие покрытия создают значительную опасность токсичности и иного рода воздействия на экологически и экономически важные морские организмы, а так же, как следствие этого воздействия, употребление в пищу морских продуктов может причинить вред здоровью человека. Поэтому в 2001 году была принята **«Международная Конвенция о контроле за вредными противообрастающими системами на судах»**.

Конвенция запрещает применение на судах оловосодержащих органических соединений после 01.01.2003 г., однако устанавливает право государства осуществлять контроль данного положения только для судов, плавающих под его флагом. Конвенция вводит порядок и процедуры получения для судна Международного свидетельства о противообрастающей системе. Освидетельствование судна на получение данного Международного свидетельства необходимо проходить всякий раз, когда противообрастающая система изменяется или заменяется.

Организационно-правовые аспекты обеспечения экологической безопасности на море изложены также в следующих международных соглашениях, разработанных и принятых под руководством ООН:

– **«Международная Конвенция относительно вмешательства в открытом море в случае аварий, приводящих к загрязнению нефтью» (1969 год)**. Конвенция предусматривает меры по защите интересов народов государств – участников от серьезных последствий аварий в открытом море, в результате которых возникает опасность загрязнения моря и побережий нефтью. В Конвенции отражены правила, обязанности и ответственность государств, в случаях аварий судов, влекущих за собой причинение или угрозу причинения ущерба прибрежному государству. Стороны Конвенции могут принимать в открытом море меры исключительного характера, которые не будут нарушать принцип свободы открытого моря. Это такие меры, которые необходимы для предотвращения, уменьшения или устранения серьезно и реально угрожающей их побережью опасности загрязнения нефтью вследствие морской аварии. Такие меры могут включать даже уничтожение судна и груза.

До принятия чрезвычайных мер прибрежное государство должно консультироваться с другими государствами, интересы которых затронуты – морской аварией, в частности, с государством флага потерпевших аварию судов. Принимаемые меры должны быть соразмерны причиненному или угрожаемому ущербу. При осуществлении чрезвычайных мер прибрежное государство должно делать все от него зависящее для того, чтобы избежать любого риска для человеческой жизни.

– **«Международная Конвенция о гражданской ответственности за ущерб от загрязнения нефтью» (1969 год)**. Конвенцией установлены международные правила решения вопросов о возмещении лицам, которым причинен ущерб, вследствие загрязнения, вызванного утечкой или сливом нефти

из судов. Конвенция устанавливает единые международные правила и процедуры решения вопросов об ответственности судовладельцев за ущерб от загрязнения прибрежных вод, включая экономическую зону. Кроме того, Конвенция устанавливает предел ответственности судовладельца за ущерб от загрязнения нефтью и требует подтверждения гарантии финансового обеспечения от государства флага судна в виде специального свидетельства, если на судне перевозятся более 2000 тонн нефти наливом в качестве груза. Положения Конвенции не применяются к танкерам, следующим в балласте и к судам, имеющим на борту нефть и/или нефтепродукты не в качестве груза, а в качестве топлива или смазочных материалов для собственных нужд [19].

В 1992 году был принят Протокол, изменяющий эту Конвенцию, который вступил в силу с 1996 года. Российская Федерация является участницей данного протокола, что нашло отражение в главе XI КТМ РФ «Ответственность за ущерб от загрязнения с судов нефтью». В настоящее время Конвенцию 1969 года, измененную Протоколом 1992 года принято называть Конвенцией 1992 года [21–25].

– **«Международная Конвенция о создании Международного фонда для возмещения ущерба от загрязнения нефтью» 1971 года измененная Протоколом 1992 года.** Конвенция определяет порядок отчисления судоводными компаниями, эксплуатирующими нефтеналивные суда, и государствами флага в Международный фонд для возмещения возможного ущерба от загрязнения нефтью. Конвенция вступила в силу с 1978 года, а в 1992 году в нее были внесены изменения, вступившие в силу одновременно с Протоколом 1992 года к «Международной Конвенции о гражданской ответственности за ущерб от загрязнения нефтью». Данная Конвенция является дополнением к Конвенции о гражданской ответственности.

– **«Конвенция по предотвращению загрязнения моря сбросами отходов и других материалов» 1972 года с поправками 1978 года и Протоколом 1996 года.** Конвенция запрещает преднамеренный сброс в море отходов или других материалов, входящих в следующий перечень:

- органогалогенные соединения, содержащие фтор, хлор, йод, бром;
- ртуть и ее соединения;
- кадмий и его соединения;
- устойчивые пластмассы и синтетические материалы, сети и тросы, которые могут всплывать и существенно мешать рыболовству, судоходству или другому законному использованию моря;
- сырая и топливная нефть, тяжелое дизельное топливо, смазочные масла, гидравлические жидкости, погруженные на судно с целью сброса;
- радиоактивные отходы или другие радиоактивные вещества;
- материалы, предназначенные для ведения биологической и химической войны;
- любые сбросы в море с различных морских искусственных сооружений.

Данная Конвенция устанавливает также требования к преднамеренному сжиганию в море отходов или других материалов с целью их термического разрушения. Конвенция содержит перечень отходов и других материалов, на сброс в море которых требуется специальное разрешение, которое выдается органом, назначенным правительством государства-участника конвенции.

– **«Международная конвенция по обеспечению готовности на случай загрязнения нефтью, борьбе с ним и сотрудничеству» 1990 год.** Конвенция определяет международную систему по совместной готовности государств к возможным аварийным разливам нефти при судоходстве, ее транспортировке трубопроводным транспортом и добыче в прибрежных районах и на акваториях. Конвенция содержит требование, чтобы суда, имевшие на борту судовую план чрезвычайных мер по борьбе с загрязнением нефтью, по форме, определяемой данной Конвенцией. В развитие этого требования ММО издала «Руководство по разработке судовых планов чрезвычайных мер по борьбе с загрязнением нефтью и (или) вредными жидкими веществами».

– **«Международная Конвенция об ответственности и компенсации за ущерб, связанный с перевозкой опасных и вредных веществ морем» 1996 год.** Положения Конвенции распространяются на все суда и плавучие сооружения, занятых перевозкой опасных и вредных веществ и применяются:

– когда произошел инцидент – любое происшествие, повлекшее за собой загрязнение моря;

– когда в результате загрязнения нанесен ущерб территории государства, включая территориальное море.

– **«Международная Конвенция о гражданской ответственности за ущерб от загрязнения бункерным топливом» 2001 год.** Конвенция устанавливает ответственность судовладельца за ущерб от загрязнения, причиненной бункером на борту или исходящей от судна.

Большое внимание вопросам экологической безопасности судоходства уделено в **«Международном кодексе по управлению безопасной эксплуатацией судов и предотвращению загрязнения» [13]**. В данном документе изложены организационные мероприятия, обеспечивающие экологическую безопасность эксплуатации морских судов, которые решаются на уровне «судоходная компания – судно». Для повышения значимости данного кодекса его текст был включен главой IX в текст Международной Конвенции СОЛАС–74/95 «Международной Конвенции по охране человеческой жизни на море».

Для морских судов и судов смешанного «река–море» плавания, эксплуатирующихся на международных рейсах, требования вышеперечисленных документов по экологической безопасности обязательны к выполнению.

Контроль исполнения основных положений по вопросам экологической безопасности судов, эксплуатирующихся на международных рейсах, осуществляется, начиная от момента их постройки, Морскими Регистрами или иными уполномоченными классификационными обществами стран, где зарегистрированы данные суда, а оперативный контроль по этому направлению, проводится соответствующими службами портового контроля, практически при каждом заходе судна в любой международный порт-контроль судов государством порта.

1.4 Региональные нормативно-правовые документы в области охраны окружающей среды при судоходстве

Региональные соглашения открывают наиболее широкие возможности для сотрудничества государств в области мониторинга, научных исследований, оказания взаимной помощи в чрезвычайных ситуациях и в решении ряда других вопросов. Среди них следует выделить Конвенции по защите от загрязнения Средиземного моря; Персидского и Оманского заливов; Балтийского моря; Черного моря. Кроме того, следует отметить Скандинавское соглашение о сотрудничестве в целях предотвращения загрязнения морской среды нефтью, заключенное между Данией, Финляндией, Норвегией и Швецией. Указанные соглашения отличаются сходной структурой и являются результатом выполнения программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП), региональных морей. В то же время параллельное применение соглашений со сходным предметом регулирования может привести к проблемам, если соответствующие нормы противоречат друг другу.

Так, для Балтийского моря в 1992 году была принята в Хельсинки «Конвенция по защите морской среды Балтийского моря», часто ее называют Хельсинская Комиссия по защите морской среды Балтийского моря или просто ХЕЛКОМ 92, хотя Хельсинская комиссия – это название действующего органа стран-участниц данной Конвенции. Особенностью данной Конвенции является то, что действие ее распространяется и на территориальные и внутренние воды прибрежных государств. Конвенция затрагивает все источники загрязнения, поступающие как с суши, от морских судов, так и из атмосферы. Конвенция запрещает на акватории Балтийского моря сжигание любого мусора и отходов на борту судна, а также запрещает захоронение на дне Балтийского моря любых отходов и материалов, кроме грунта, вынутого земснарядами.

Цель усилий стран участниц данной Конвенции – постепенное сокращение сбросов, выбросов и утечек вредных веществ в течение 25 лет для веществ природного происхождения до фоновых значений, а для синтезированных веществ до нуля.

К другим наиболее важным региональным соглашениям по охране морской среды относятся:

- **«Боннское соглашение о сотрудничестве по предотвращению загрязнения вод Северного моря», 1969 год;**
- **«Барселонская Конвенция по защите от загрязнения Средиземного моря», 1976 год;**
- **«Бухарестская Конвенция по защите от загрязнения Черного моря», 1992 год;**
- **«Парижская Конвенция по охране среды Северо-Восточной Атлантики», 1992 год.**
- **«Декларация о сотрудничестве в Баренцевом Евро-Арктическом Регионе», 1993 год.**
- **«Декларация о защите окружающей среды Арктики», 1991 год.**

– «Договор об Антарктике» 1959 года и «Протокол об охране окружающей среды к договору об Антарктике от 4 октября 1991 года».

– Требования ЕС к судоходству в европейских водах оформленные в виде пакета предписаний и директив «Egisa 111», приняты Парламентом Евросоюза 11.03.2009.

Наряду с подобными региональными международными соглашениями в территориальных водах, на которые распространяется юрисдикция прибрежных государств действуют еще и законы об охране окружающей среды, принятые соответствующими прибрежными государствами.

1.5 Электронная картографическая навигационно-информационная система

Chart Display and Information System – стандарт, который определяет требования к системам отображения и информационным системам, используемым в навигационных системах на сухогрузных, наливных и пассажирских судах. Его целью является обеспечение непрерывного позиционирования и надежного, безопасного функционирования навигационных информационных систем. По существу, стандарт ECDIS интегрирует в себе ряд международных морских стандартов.

В настоящее время электронно-картографическая система может быть признана ECDIS системой, только, если входящие в ее состав программное обеспечение и аппаратура, а также используемые электронные карты соответствуют всем ниже перечисленным требованиям:

ИО Special Publication S-57 – стандарт Международной Гидрографической Организации.

Осуществляет обмен гидрографическими данными. Описывает структуру данных и формат обмена между Гидрографическими Службами, производителями ECDIS, судовладельцами. В настоящее время осуществляется переход от версии 2 документа (DX90) к редакции 3 (S-57 edition 3 от 3 ноября 1996 года).

ИО Special Publication S-52 – спецификация на информацию, содержащуюся в электронных картах, а также перечисление требований по отображению данных. Редакция 5, декабрь 1996 г.

ИМО Resolution A/817 – рабочий стандарт ИМО на ECDIS системы, перечисляет требования к программному и аппаратному обеспечению, электронным картам и цифровым корректурам. Дата издания: декабрь 1995 г.

ИЕС International Standart 61174 – требования к морскому навигационному и радиокommunikационному оборудованию ECDIS-систем. Содержит описание методов проверки соответствия систем требованиям стандарта. Дата издания: 1998 г.

СОЛАС Глава V, правило 18 – одобрение и освидетельствование навигационных систем и оборудования, эксплуатационные требования к ним; Правило 19 – требования к оснащению судов навигационными системами и оборудованием.

Помимо соответствия перечисленным выше требованиям, электронно-картографическая система должна пройти процедуру официальной проверки в уполномоченной организации.

В Главе 5 СОЛАС указывается, что требования электронной картографии удовлетворены с момента установки на судне системы электронной картографии ECDIS. Но не все так просто. Само по себе наличие на борту судна картографической системы еще не означает, что судно автоматически отвечает требованиям, предъявляемым к судовым системам ECDIS со стороны международных стандартов.

Эксплуатационные требования к ECDIS вначале формулировались на уровне ММО в 2006 г. Это – Resolution MSC.232(82), которая применяется в отношении оборудования ECDIS, установленного на судах после 1 января 2009 г. В этом документе ММО дается само определение ECDIS, как системы отображения электронных карт и информации Electronic Chart Display and Information System. Именно на эту резолюцию ссылается Глава 5 СОЛАС, когда речь идет об использовании ECDIS в качестве первичного картографического инструмента на судне, не использующем больше бумажные морские навигационные карты.

На национальном уровне государства флага следят за тем, чтобы и оборудование, и установка оборудования ECDIS на судах отвечали международным эксплуатационным стандартам, тем более, что речь идет об оборудовании от различных производителей. Эти производители, в свою очередь, должны поставлять на судовые мостики оборудование ECDIS, технические характеристики которого отвечали бы требованиям ММО и международному стандарту IEC 61174 Международной электротехнической комиссии. Этот стандарт основывается на требованиях Resolution MSC.232(82), но включает в свои положения также дополнительные технические требования. Стандарт IEC 61174 содержит также требования к оборудованию радиосвязи и системам, используемым в ECDIS. Кроме того, IEC 61174 стандартизирует требования к выполнению различных операций, в том числе, методам тестирования и результатам тестов.

На многих судах до сих пор вместо ECDIS, но на правах ECDIS, используются электронно-картографические системы Electronic Chart System. А их нельзя использовать на судах в качестве первичного, без поддержки бумажных морских навигационных карт, инструмента для осуществления судовождения, и в этом их отличие от полноценных, сертифицированных и утвержденных систем электронной картографии ECDIS.

Целью ECDIS является обеспечение безопасности мореплавания путем интеграции электронных навигационных карт, системы глобального позиционирования, радиолокационных систем, информационных систем, систем прокладки маршрутов, судовых журналов, аварийной сигнализации и других подсистем. ECDIS объединяет в себе современные навигационные технологии, компьютерные программы, навигационные морские карты, обработку изображений, а также самые современные коммуникационные технологии.

Электронные навигационные карты – Electronic Navigational Chart должны быть официально признанными. ENC являются официальными базами данных морских карт, используемыми в ECDIS. Они четко придерживаются стандартов, установленных Международной гидрографической организацией International Hydrographic Organization. Сертифицированные навигационные карты обеспечивают надежную ориентацию в различных морских условиях. В требованиях Resolution MSC.232(82) недвусмысленно оговаривается, что отображаемая на мониторах ECDIS картографическая информация не должна иметь никакого другого источника за исключением утвержденных ENC.

Утверждать ENC – это прерогатива государственных органов, которые, в свою очередь, обязаны следить за тем, чтобы заключающаяся в ENC картографическая информация соответствовала требованиям, установленным в документах S-52 и S-57 Международной гидрографической организации. Международная гидрографическая организация определяет стандарты для навигационных карт, используемых на большинстве судов мирового торгового флота: ИНО-S-52 определяет характеристики содержания карт и дисплеев, на которых они отображаются, а также методы и процессы обновления цветов и спецификации символов, используемых в ECDIS, ИНО-S-52 определяет стандарты передачи цифровых гидрографических данных, используемых производителями оборудования, гидрографическими службами и данные пользователей.

Но как быть в том случае, если в качестве источника картографической информации для систем ECDIS на судах используются официально-утвержденные растровые электронные карты – сканированные копии бумажных источников? Судовые системы ECDIS в качестве опции предусматривают растровый режим функционирования, а в резолюции MSC.232 рекомендуется, что при условии наличия на мостике утвержденного оборудования ECDIS, использующего для первичной навигации режим растрового функционирования, допустимо считать систему полноценной. Но с одной оговоркой: на борту должен иметься полный комплект бумажных морских навигационных карт, которые можно было бы начать использовать в любой момент. В таком случае речь также идет о приемлемой и общепринятой, стандартной международной практике применительно к судовым системам ECDIS. Но на практике, когда доступ и предложение векторных ENC более не представляет проблемы, такой вариант не является вполне реалистичным.

Но проблема адекватности программного обеспечения для судовых систем ECDIS существует реально: прежде всего, это проблема выбора правильных версий программных продуктов и их своевременного обновления. ММО в своем циркуляре SN1./Circ. 266/Rev. 1 недвусмысленно указывает на то, что программное обеспечение ECDIS, не обновленное своевременно до последних версий в соответствии со стандартами ММО, не может рассматриваться как отвечающее требованиям Международной конвенции СОЛАС, а сама система ECDIS, не должна считаться по этой причине полноценной.

Еще одна проблема связана с толкованием ситуации, когда в судовой ECDIS используется не самая последняя версия ENC. Своим происхождением эта проблема обязана нечеткому определению в резолюции MSC.232. В ней описывается, что «все содержание ENC и его обновления» относятся к ECDIS как часть этой системы, но конкретно об обновлениях упоминается лишь то, что они не могут использоваться в ECDIS, если их происхождение сомнительно, и в качестве альтернативы вместо этих обновлений на судах следует использовать бумажные морские навигационные карты. Это не имеет смысла, поскольку бумажные карты содержат информацию еще более устаревшую, чем не обновленные ENC в системе ECDIS. Но, с другой стороны, Положение 27 Главы 5 СОЛАС в крайне категорической форме требует от экипажей судов регулярного обновления не только ENC, но и бумажных морских навигационных карт. При этом указывается, что важно не обновление само по себе, а адекватность навигационных карт реальной навигационной ситуации на предполагаемом маршруте перевозок.

На судах следует предусмотреть наличие дублирующей системы ECDIS и плана мероприятий на случай внезапного выхода основной системы из строя. ECDIS снабжена одобренной резервной системой, которая имеет достаточные средства для обеспечения безопасного судовождения на оставшейся части рейса и в случае выхода ECDIS из строя. Резервная система может иметь ограниченные функции ECDIS, либо полностью дублировать ее. Между основной и резервной системами должна быть возможность обмена информацией. По крайней мере, в резервную систему от основной следует передавать результаты предварительной прокладки и данные всех корректур.

Система ECDIS должна быть утвержденной, правильно установленной, с официальным программным обеспечением, с обновляемыми из надежных источников электронными картами ENC. И в этом случае она вполне будет отвечать требованиям безопасности мореплавания, сформулированными в СОЛАС, особенно если в систему будут вводиться адекватные данные и использоваться текущие корректуры [28, 29].

1.6 Снижение эмиссии серосоединений с отработанными газами СЭУ – путь к оздоровлению воздушного бассейна

Европейский Союз утвердил брюссельскую «серную» директиву и тем самым проложил путь к тому, чтобы она стала региональным законом.

Европейская «серная» директива отражает правила, внесенные ММО в качестве поправок к Приложению VI Конвенции МАРПОЛ [9], согласно которым после 2015 года в Зонах контроля за выбросами серосоединений морские суда должны использовать топливо с содержанием серосоединений менее 0,1 % масс. – Балтийское и Северное моря, а также Ла-Манш образуют Северную часть Европейского района SECA.

Директива опережает правила ММО. Во-первых, она ограничивает сернистые выбросы с паромов и других пассажирских судов в Европейских водах за пределами SECA (концентрация серосоединений в топливе не должна быть более 1,5 % масс.). Во-вторых, она снижает уровень сернистых выбросов после 2015 г. (концентрация сернистых соединений в топливе не более 0,5 % масс.) за пределами SECA для всех судов (независимо от результатов предстоящего исследования ИМО, которые могут привести к отсрочке этого ограничения до 2024 года).

Суда, заходящие во все порты Европы должны использовать топливо с содержанием серосоединений не более 1,0 % масс. Европейская комиссия предлагает в какой-то мере субсидировать расходы, которые участники отрасли вынуждены будут нести в связи с установкой нового оборудования и прочими технологическими усовершенствованиями. «Так как выполнение новых требований по ограничению серных выбросов с судов потребует дополнительных существенных расходов, что может негативно сказаться на конкурентоспособности отрасли и привести к тому, что некоторые грузоотправители откажутся от морского транспорта в пользу наземного, то страны-члены ЕС могут оказать финансовую поддержку операторам и судовладельцам в соответствии с имеющимися правилами предоставления государственной помощи».

Региональные судовладельческие ассоциации очень недовольны этими введенными мерами, которые заставят их производить затраты на технологические новшества, которые толком не проверены и которым, возможно, ещё найдется альтернатива. Несмотря на растущий интерес к сжиженному нефтяному газу, как к потенциальному в будущем судовому топливу, большинство специалистов склоняются к тому, что этот слишком дорогостоящий вариант не скоро станет общедоступным. Тем более, что для такого технического решения ещё не выработаны всесторонние правила и стандарты.

Классификационные общества Det Norske Veritas и Lloyds Register считают, что СНГ станет конкурентоспособным судовым топливом лишь после 2020 г., а начиная с 2015 г. будет выбор между установкой сероочистки и дорогостоящим переходом на дистиллятное топливо. И хотя большинство судовладельцев склоняются к тому, что у них не будет другого выхода, как переходить на дистиллятное топливо, Европейский Союз считает, что установка сероочистки является приемлемой альтернативой для выполнения требований директивы. Однако, большинство судовладельцев пока неохотно заказывают новое оборудование, которое, во-первых, требует больших затрат, а во-вторых, вызывает сомнения в своей надёжности.

Согласно Плана управления энергетической эффективностью судна [4] необходимо рассчитывать индекс энергетической эффективности для новых строящихся судов. Это существенно повышает точность данных об объемах вредных эмиссий с судов, поступающих от судовых датчиков в машинном отделении, что позволяет анализировать тенденции, чтобы делать прогнозы, система может измерять плотность отработанного газа, выходящего из судовых установок, и обеспечивать экипаж данными об эмиссии NO_x, SO_x, CO₂, CH₄,

NO₂, THC, H₂S, CO, N₂O, бензола, сажи, гарантируя выполнение правил Приложения VI МАРПОЛ, циркуляра МЕРС 103(49) и Технического кодекса по NO_x.

Целесообразно подвести некоторые итоги. В глобальном масштабе Мировых грузоперевозок морской транспорт занимает доминирующее положение (на его долю приходится более 70 % общего объема перевозок) и он не может быть заменен наземным и воздушным транспортом. В то же время Международная Морская Организация предъявляет серьезные требования к ограничению загрязнения морской, окружающей среды в процессе морских грузоперевозок, эксплуатации судов. Международная Морская Отрасль стоит перед выбором – переходить на очень дорогостоящее легкое обессеренное дистиллятное топливо, или создавать на борту судов специальные установки по очистке отработанных газов СЭУ от соединений азота, серы, углерода, углеводородов, диоксинов, озона [15], либо использовать в качестве топлива сжиженные нефтяной, природный газы, водород, вечные источники энергии – солнечная, ветровая, либо закрывать Морскую отрасль по причине экономической нецелесообразности.

Принятые в последнее время Международные Кодексы и Правила по ограничению выбросов оксидов азота и серы с отработанными газами СЭУ, управлению и контролю балластных вод и осадков не отвечают требованиям защиты морской среды, охраны окружающей среды. Согласно Приложению VI к МАРПОЛ 73/78 низкосернистое дизельное топливо используют только в ограниченных зонах контроля SECA и, соответственно, эмиссия серосоединений в отработанных газах СЭУ снижается (в 1,5–3,0 раза). В то же время по мере поступления в воздушный бассейн отработанные газы с серосоединениями за счет стратификации, рассеивания, направления и силы ветра, атмосферного давления, трансграничного переноса смешиваются с основными массами атмосферного воздуха данного региона. В результате этих и физико-химических процессов концентрация серосоединений в воздушном бассейне, как над территорией SECA, так и вне ее выравнивается. В итоге дополнительные средства на низкосернистое топливо не окупались, поскольку выброшены на «ветер, в воздух».

Смена балласта при сбросе балластных вод на некотором удалении от береговой линии (200 миль, 200 м под килем) не решает проблемы «морской инвазии» чужеродными организмами, поскольку в морской среде то же протекают процессы рассеивания и трансграничного переноса.

На основании вышеизложенного предлагаем следующее конструктивное предложение:

Под патронажем Международной Морской Организации разработать техническую политику обеспечения морского транспорта экологически безопасным топливом с высокой кратностью запаса сырьевых ресурсов для его производства и низкой его стоимостью на прогнозную и дальнюю перспективы (рис. 1.2).

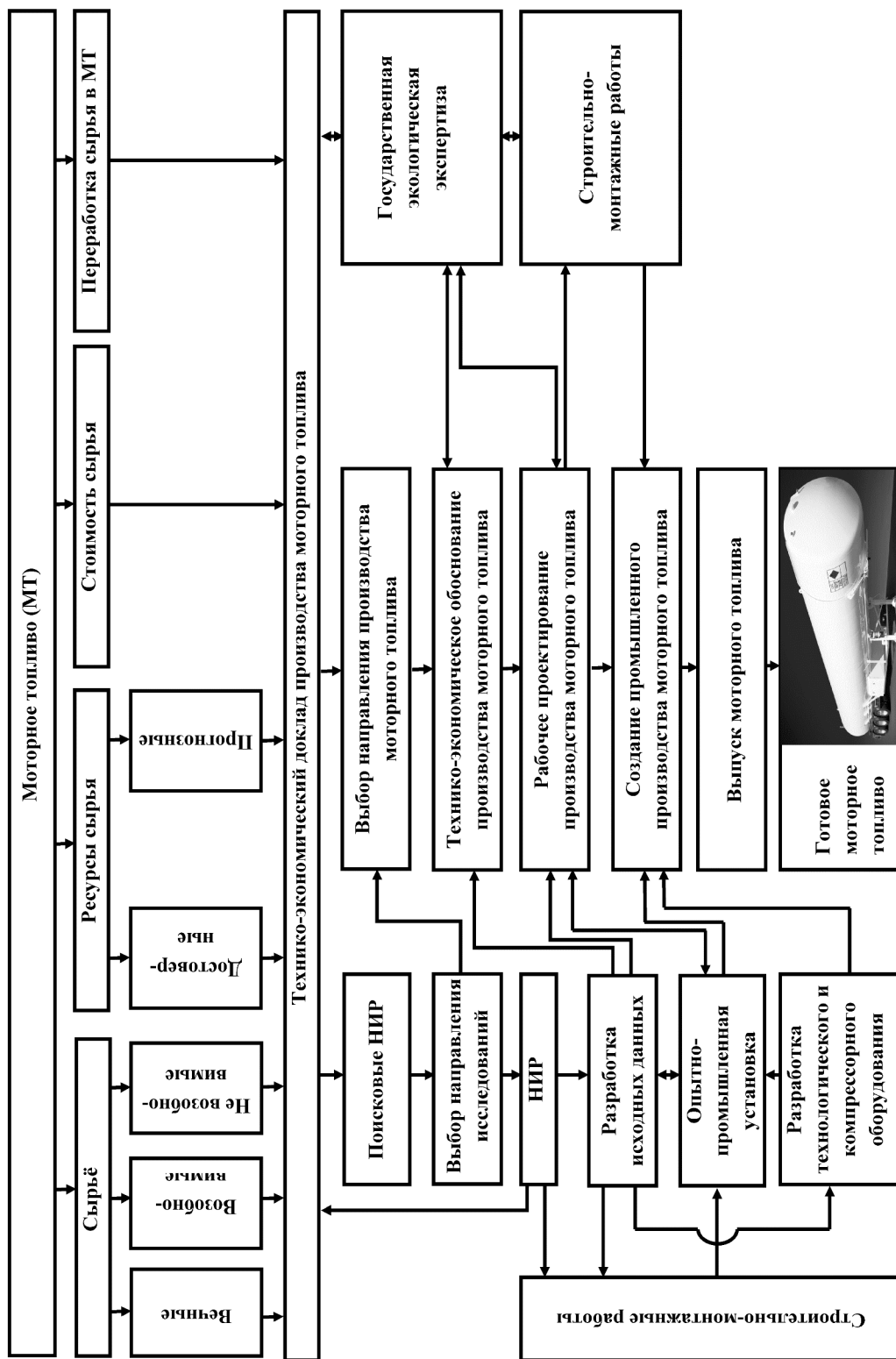


Рисунок 1.2 – Схема эколого-экономического и социального обеспечения морского транспорта эффективным, экологически безопасным моторным топливом с большой кратностью запаса

2 УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ В СУДОХОДСТВЕ

Опасность для жизни человека на море вызывается обычно аварийной ситуацией, которая может возникнуть на судне в любой момент времени, начиная с выхода его в рейс и заканчивая возвращением в порт приписки. Степень риска для экипажа при аварийных ситуациях в море зависит от состояния всего комплекса технических средств, обеспечивающих транспортировку людей и грузов, а также компетентности выполняемых работ в морских условиях [8, 14, 16].

Для эффективного изложения материала предлагается подробно рассмотреть фазы, в которых может эксплуатироваться судно (рис. 2.1). Речь идет о таких фазах как: нормальные условия эксплуатации судна (НУЭС); аварийные условия эксплуатации судна (АУЭС) и чрезвычайные условия/форс-мажорные (ЧС/ФМ). Каждую фазу, в которой может эксплуатироваться судно, необходимо рассматривать отдельно с позиции риска [2–4].

В случае аварийной, чрезвычайной ситуации капитан и подчиненный ему экипаж должны проявить должный уровень компетентности, знаний и умений, чтобы вернуть судно в режим нормальной его эксплуатации и обеспечить живучесть, мореходные качества судна и безопасность жизнедеятельности экипажа.

Риск для жизни экипажа может быть вызван различными обстоятельствами: ошибками, допущенными экипажем судна или береговым персоналом (например, при загрузке и сепарации груза), ошибками при проектировании и строительстве судна, воздействием неблагоприятных факторов, отказами в системе управления движением судна.

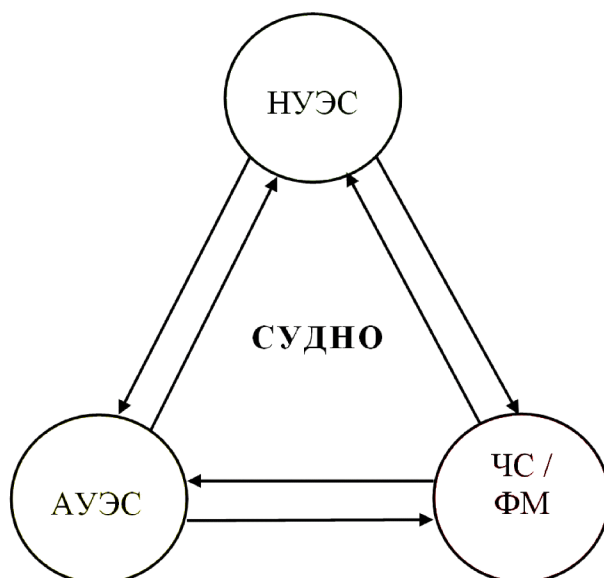


Рисунок 2.1 – Фазы, в которых может эксплуатироваться судно

По оценкам специалистов, причинами 80 % аварий являются неправильные действия экипажа судна. В целом риск для жизни людей возникает как в связи с разрушением конструкций, неисправностью судовых систем, устройств, так и вследствие ошибочных действий членов экипажа в результате неточного восприятия информации, неправильного решения или ошибок при реализации принятого решения.

2.1 Роль компетентностного подхода в целостной системе подготовки конкурентоспособных выпускников высших морских учебных заведений

Современный этап модернизации отечественного образования характеризуется фундаментальным качественным изменением в системном подходе к развитию классического образования вообще и морского, в частности. Это особый период развития морского образования, когда к нему предъявлены невиданные ранее высокие требования, рассчитанные на становление и проявление качественно нового потенциала курсантов высших морских учебных заведений:

- общекультурного (потенциал находить общий язык с членами многонациональных экипажей, чёткое понимание субординации и ответственное выполнение должностных обязанностей);
- интеллектуального (потенциал постоянно заниматься самообразованием, повышением своего профессионального уровня);
- духовного (высокий потенциал в стрессоустойчивости, самоконтроле, дисциплине);
- сугубо профессиональных возможностей личности курсанта (эффективное использование навигационных информационных систем, таких технических средств навигации, как адаптивные авторулевые, САРП, СНС).

Высшее морское образование сегодня на поворотном этапе своего развития и выбор стратегических путей, направлений этого развития во многом предопределяет перспективы не только отечественного морского образования, но и в целом того насколько будут конкурентоспособны выпускники отечественных высших морских заведений на международных рынках труда.

Компетенция включает совокупность взаимосвязанных качеств личности (знаний, умений, навыков, способов деятельности), задаваемых по отношению к определенному кругу предметов и процессов, и необходимых для качественной продуктивной деятельности по отношению к ним. Компетентность – владение, обладание человеком соответствующей компетенцией, включающей его личностное отношение к ней и предмету деятельности.

Смещение конечной цели высшего морского образования со знаний, как таковых на «компетентность» позволяет решать проблему, типичную для отечественного образования, когда выпускники различных учебных заведений

могут хорошо овладеть набором теоретических знаний, но испытывают значительные трудности в деятельности, требующей использования этих знаний для решения конкретных задач или проблемных ситуаций. Таким образом, можно констатировать, что восстанавливается нарушенное равновесие между образованием и практической частью жизнедеятельности.

Можно выделить основные компоненты понятия «профессиональная компетентность» выпускника морского вуза, которая складывается из трех составляющих: профессионально важные качества, готовность к определённому виду деятельности, профессиональная культура. Профессионально важные качества являются предпосылкой профессиональной деятельности, а с другой стороны, сами совершенствуются в ходе деятельности, являясь ее «новообразованием». Готовность к определённому виду деятельности – это состояние мобилизации всех психофизиологических систем человека, обеспечивающих эффективное выполнение определённых действий. Профессиональная культура включает в себя индивидуально выработанные стратегии, средства ориентации в действительности, способы решения задач труда для перевода его в целевое состояние.

Морские вузы призваны обеспечить такой уровень общенаучной, общетехнической, специальной технической, тактико-специальной, тактической и психологической подготовки будущих специалистов, который позволяет последним в кратчайшие сроки освоить узкоспецифическую область профессиональной деятельности, определяемую совокупностью функциональных обязанностей и технических характеристик средств реализации соответствующей деятельности, особенно в критических ситуациях.

Одна из главных практических задач компетентностного подхода в целостной системе подготовки конкурентоспособных выпускников высших морских учебных заведений – это обновление учебных планов и программ подготовки по специальностям плавсостава в соответствии с требованиями Международной конвенции о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты (англ.: International STCW Convention).

Основная роль в обновленных учебных планах и программах подготовки должна отводиться не общеобразовательным дисциплинам (физике, химии, математике, информатике), а оказанию первой медицинской помощи, подготовке будущих членов экипажей морских судов по английскому языку, как средству общения в интернациональных экипажах и с зарубежными организациями и учреждениями, а также международному морскому праву.

В соответствии с требованиями Международной конвенции о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты необходимо увеличить количество часов, которые отводятся на:

- тренажерную подготовку по радиолокационным системам, системам автоматизированной радиолокационной прокладки;
- обучение работе с навигационно-информационными системами (системами электронной картографии);

- обучение работе с системами управления движением судов;
- обучение работе с глобальной морской системой связи при бедствии;
- обучение работе с системами, отвечающими за борьбу за живучесть судна, охрану труда экипажа, безопасность жизнедеятельности, сохранность груза, защиту морской, окружающей среды.

Кроме того, практическая реализация компетентного подхода в целостной системе подготовки конкурентоспособных выпускников высших морских учебных заведений состоит в реализации на базе соответствующего морского ВУЗа повышения квалификации уже действующих морских специалистов, чтобы они могли получить подтверждения к своим дипломам на морские звания.

С учетом вышеизложенного можно выделить основные роли компетентного подхода в целостной системе подготовки конкурентоспособных выпускников высших морских учебных заведений. Первая роль – подготовка выпускника отечественного морского ВУЗа, как специалиста по эксплуатации технических средств судовождения, общесудовых систем связи, систем автоматизации погрузочно-разгрузочных операций, тренажерной учебе, подготовки экипажа для выполнения профессиональных задач судоводителя в условиях нормального функционирования систем, аварийных и форс-мажорных ситуациях с заранее описанным уровнем сформированной совокупности профессионально важных знаний, навыков и умений.

Вторая роль – подготовка выпускника отечественного морского ВУЗа, как компетентного и конкурентоспособного специалиста для работы на судах флотов мира, умеющего принимать решения в профессиональной деятельности в сочетании с многообразными профессиональными задачами. Этот круг задач, характеризуется постоянным, быстрым или внезапным их изменением в аварийных ситуациях, когда на членов экипажа действуют экстремальные факторы аварии и внешней среды.

2. 2 Основные причины возникновения рисков на судах

Источники факторов повышенной опасности в человеческой жизнедеятельности делятся на два вида: техногенные и природные. Факторы повышенной опасности принято подразделять на: физические, химические, биологические, информационные, комбинированные. Риск – частота факторов повышенной опасности антропогенного, природного характеров, приводящая к летальному исходу. Риск определяется по формуле [2–4]:

$$R = n / N, \quad (2.1)$$

где: n – число ЛИ, как результат действия факторов повышенной опасности на человека, экипаж или судно;

N – экипаж судна, население города, страны или планеты.

При угрозе здоровью человека (травмы, болезнь, отравления) ущерб в денежном выражении можно оценить частично в виде расходов на оплату листов нетрудоспособности и подмену персонала. Еще труднее в денежном виде оценить ущерб от ЛИ. Поэтому риск, связанный с несчастными случаями, оценивают вероятностями. Таким образом, единицы измерения риска могут быть различными в том случае, когда существует угроза здоровью и угроза собственности, что позволяет сравнивать риски (рис. 2.2) [2–4].

При угрозе собственности ущерб и риск чаще всего измеряют в денежном выражении. Однако если можно принять, что ущерб при авариях будет одним и тем же, то определение рисков и дальнейшее их сравнение можно проводить, пользуясь вероятностями. В частности, если ущерб трудно рассчитать, то за величину риска принимают вероятность превышения предела. Свою существенную долю в возникновение ситуаций, связанных с риском для экипажа и судна, вносят также:

- неполадка рулевой системы;
- выход из строя судовых энергосиловых установок;
- последствия неправильного понимания радиосообщений;
- терроризм и пиратские нападения.

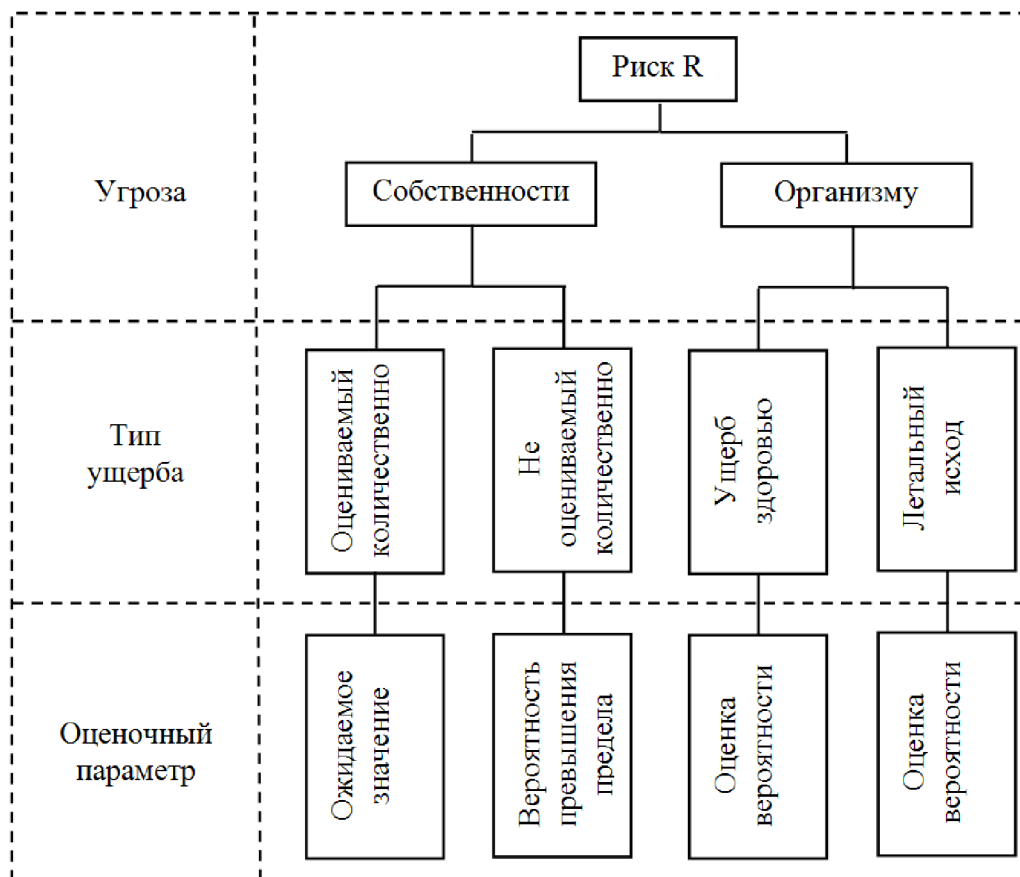


Рисунок 2.2 – Риск и его оценка

Также принято различать риск индивидуальный и общий. Индивидуальный риск можно определить, как ожидаемое значение ущерба, причиненного за интервал времени и отнесенного к отдельному индивидууму, члену экипажа. Общий риск для группы людей – коллективный риск, всего экипажа, судна в целом.

При принятии решений следует иметь в виду, что для ряда сфер человеческой деятельности невозможно достичь уровня «нулевого» риска [2, 3]. На рисунке 2.3 кривая $R_{\text{ПР}}$ соответствует случаю, когда можно достичь абсолютной безопасности, или «нулевого» риска в отдельной отрасли ($\lim_{\tau \rightarrow \infty} R \rightarrow 0$). Такое поведение эффективности затрат на защиту характерно для

радиационноопасных производств, транспорта, промышленных предприятий. Если придерживаться принципа абсолютной безопасности, то необходимо применить все меры защиты, которые практически можно осуществить. Однако, при этом помимо прямого риска $R_{\text{ПР}}$, создаваемого данной технологией, и на уменьшение которого направлены усилия (меры безопасности), существует еще и косвенный риск $R_{\text{КС}}$. Он обусловлен строительными работами, изготовлением оборудования и материалов для защиты сооружений, их эксплуатацией. С ростом затрат Z на безопасность риск, описываемый линией $R_{\text{ПР}}$, в данной отрасли уменьшается, а косвенный риск $R_{\text{КС}}$ в отраслях смежных, направленных на обеспечение безопасности $R_{\text{ПР}}$, растет. Кривая $R_{\text{П}}$ является суммарной прямого ($R_{\text{ПР}}$) и косвенного ($R_{\text{КС}}$) рисков и с ростом затрат снижается до определенного значения Z_{min} .

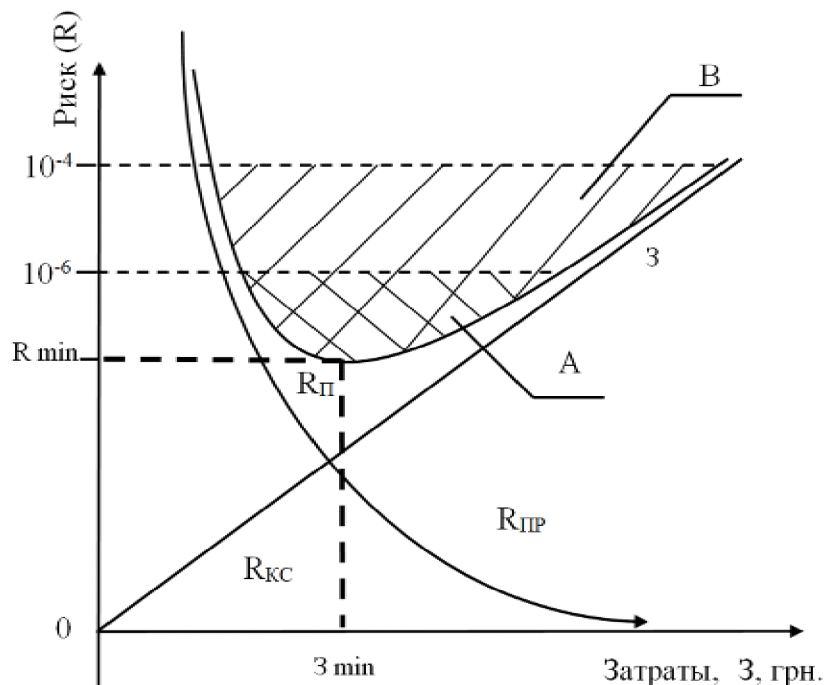


Рисунок 2.3 – Зависимость риска (R) от затрат на безопасность (Z, грн.)

Начиная с некоторого уровня этих затрат 3 min , при дальнейшем росте 3 будет происходить возрастание полного риска $R_{\Pi} = R_{\text{ПР}} + R_{\text{КС}}$. Поэтому при наличии источников, которые не позволяют достичь уровня «нулевого» риска, следует принимать вариант решения с оптимизацией уровня допустимого риска. В развитых странах уровень риска составляет $R = 10^{-6}$, в развивающихся – эта величина на два порядка выше и составляет $R = 10^{-4}$. На рисунке 2.3 заштрихованная площадь «В» (допустимый риск для развивающихся стран) по сравнению с площадью «А» (допустимый риск для развитых стран) дает наглядное представление насколько величина допустимого риска выше в развивающихся странах.

Для выполнения условий безопасности может потребоваться внесение изменений в следующие компоненты, управляющие риском: конструкторские решения, аварийные методики, учебные, тренировочные программы, программы по переподготовке, руководство по эксплуатации, нормативные документы, программы по безопасности.

Анализ риска, обусловленного наличием источника опасного и/или вредного действия, состоит из этапа оценки риска, сопровождаемого исследованиями, и этапа управления риском. На этапе оценки устанавливают, какие последствия вызывают разные уровни риска в разных условиях в данном коллективе. На этапе управления риском анализируют разные альтернативы и выбирают наиболее оптимальные режимы управления безопасным процессом техногенных систем [2, 3].

В районах действия служб управления и контроля за безопасностью движения количество столкновений, сопровождающихся потерей судов, было учтено при проектировании Всемирной системы управления движением судов, что должно привести к дальнейшему уменьшению количества подобных ситуаций. Повышению безопасности судоходства способствует и реализация во всех отраслях морской индустрии требований Конвенции СОЛАС (англ.: SOLAS, Safety of Life at Sea), положения которой охватывают широкий круг вопросов от проектирования и строительства судов до правил перевозки отдельных видов грузов. Во время обучения на береговых тренажерах-симуляторах, а также на учениях (test-trainings), проводимых на борту судна, члены экипажа отрабатывают действия по борьбе с водой и огнем, а также проведения эвакуации пассажиров. И все же, несмотря на весь комплекс предпринимаемых мер предосторожности, суда, в том числе, и современные, продолжают гореть и тонуть, а люди – погибать.

Так, посадка на мель или выброс на скалы могут привести к взрывам и возникновению пожаров на борту судов, особенно крупных танкеров, как это произошло в случае с «TORREY CANYON» в 1967 году. Посадка этого супертанкера на скалы в районе западного побережья Англии Корнуэлла, сопровождалась серией взрывов и пожаров, в результате повреждений корпуса морская поверхность была загрязнена нефтепродуктами на огромной площади. Безусловно, нефть и нефтепродукты, которые перевозятся в значительных количествах, всегда таят опасность возгорания, однако это в равной степени

относится и к другим грузам. Уголь и некоторые виды минеральных руд, удобрения и даже некоторые виды пищевых продуктов, безвредные в обычных условиях, при массовой транспортировке могут стать причиной трагедии.

Анализ аварий показывает, что взрывы и пожары приводят к трагическим последствиям не только при перевозке указанных грузов, но и при транспортной обработке газовой, комовой серы, сахара, хлопка, копры, джута и других веществ, которые становятся потенциально огнеопасными в результате длительной транспортировки морем. Неосторожно проведенные сварочные и огневые работы, короткое замыкание судовой электропроводки, самовоспламенение перевозимых грузов может привести к возникновению очага пожара, быстрому распространению огня по всему судну.

Итак, посадка на мель, пожар, нарушение герметичности корпуса, и столкновение (именно в такой последовательности) – вот основные причины, приводящие к гибели судов. Исследования показывают, что две первые причины за последние 25 лет привели к возникновению почти половины всех аварийных ситуаций. И хотя другие причины трагедий в морской практике встречаются гораздо реже, профессия моряка продолжает оставаться одной из самых опасных.

Приемлемый риск объединяет технические, экономические, социальные и политические аспекты и является определенным компромиссом между уровнем безопасности и возможностями его достижения. Размер приемлемого риска можно определить, используя затратный механизм бюджета, который позволяет распределить затраты общества на достижение заданного уровня безопасности между природной, техногенной и социальной сферами. Необходимо поддерживать соответствующее соотношение затрат в указанных сферах, поскольку нарушение баланса в пользу одной из них может послужить причиной резкого увеличения риска в другой сфере и его уровень выйдет за пределы приемлемых значений. С увеличением затрат на обеспечение безопасности техногенных систем технический риск уменьшается, но возрастает социально-экономический и экологический. Затрачивая чрезмерные средства на повышение безопасности техногенных систем, в условиях ограниченности средств, можно нанести ущерб социальной сфере, например, ухудшить медицинскую помощь, образование.

Представляется, что в приведенной трактовке смешаны два разных аспекта действий, связанных с риском для экипажа и судна. Первый из них касается ситуации, в которой принимаются решения (наличие альтернативных исходов), а второй – субъективно избранных способов разрешения ситуации. Что касается ситуации, то можно сослаться на приведенное Ю. Л. Рыссом высказывание: «Риск может быть оправдан обстановкой, в которой на него идут, а не результатом, так как рискованное решение это во всех случаях такое, исход которого полностью не ясен» [33].

Второй аспект касается оправданности или неоправданности рискованного решения. Независимо от сложившейся ситуации, предпочтение опасным способам действий безопасным и снижение уровня самоконтроля представляют собой неоправданный, безответственный риск.

Предусмотреть возможные осложнения и, по возможности, предупредить возникновение опасных ситуаций – вот задача, которая стоит перед международными и национальными организациями, исследователями, судостроителями и моряками, специалистами береговых служб управления движением судов, профессорско-преподавательским составом морских вузов, портовиками и лоцманами, военно-морскими силами и береговой охраной. Безопасность на море – проблема мирового масштаба, и решить ее можно только совместными усилиями.

2.3 Математическое моделирование при проектировании АСУ судном

На основании параметров, поступающих от навигационных датчиков информации – гироскопаса, лага, РЛС и РНС – по обратным связям, управляющая часть (судоводитель) сравнивает фактическое состояние объекта с желаемым, который определяется заданной извне целью управления (заданием). Производятся управляющие воздействия исполнительными средствами (авто-рулевым винтом регулируемого шага, рулевыми устройствами) с учетом ограничений. Управляющие воздействия на объект вызывают его движение к заданному состоянию, также компенсируются отклонения, возникающие от возмущений внешней среды.

Если детально и тщательно изучать поведение системы, то всегда неизбежно сталкиваются с наличием некоторых случайных факторов, влияющих на ее состояние, повышающих риск непредвиденного поведения моделируемой системы или даже ее отказа. Разработка математических моделей выполнения отдельных операций, формулы для планирования целей и учет различных факторов должны основываться на хорошем знании морской практики, поэтому формализацию операций осуществляют в тесном контакте со специалистами, которые практически занимаются судовождением.

Во многих случаях при описании операций и процессов приходится привлекать сложный математический аппарат или упрощать взаимодействие переменных величин, отступая от реальной действительности. В результате создается математическое описание процесса выполнения операции – его математическая модель. Дальнейшее исследование модели позволяет выявить и решить проблемы получения необходимой информации, ее переработки и использования, установить возможность создания автоматизированной системы, соответствующего качества, стоимости и надежности согласно поставленным целям, с учетом наличия конкретных датчиков, вычислительных устройств, регуляторов [32, 34].

При моделировании систему можно изобразить в виде четырех частей составляющих ее (рис. 2.4). Из системы управления судном выделяют следующие подсистемы:

- 1) управляемая (объект управления – ОУ);
- 2) измерительная;
- 3) управляющая;
- 4) исполнительная.

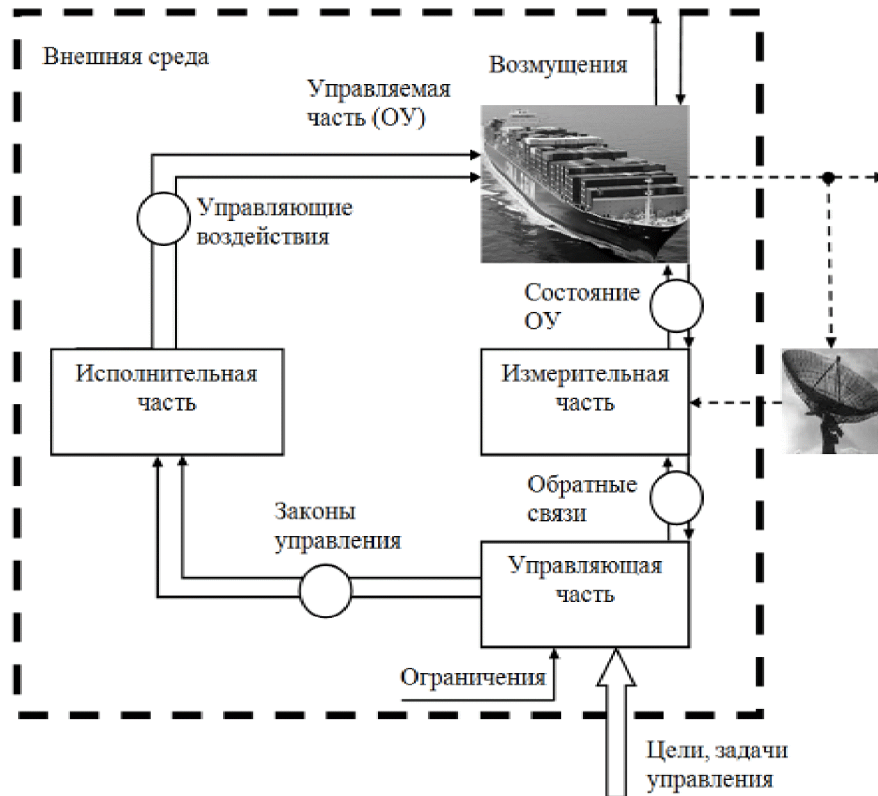


Рисунок 2.4 – Структура системы управления судном

Таким образом, во многих случаях выясняется, что создать автоматизированную систему, соответствующую поставленным целям, не представляется возможным или из-за отсутствия ее математических описаний (алгоритмов) и технических средств, или по экономическим причинам. Возникает проблема компромиссного выбора структуры и функций системы, при этом исходят из расчетной эффективности ее работы и необходимых затрат на создание.

2.4 Разработка современных АСУ судна

На морском флоте подробнее всего разработаны и экономически обоснованными являются автоматизированные системы обслуживания и регулирования параметров судовой энергетической установки, главных и вспомогательных двигателей, различных судовых устройств и систем. На современном этапе развития судоходства темп их внедрения на судах растет.

В области судовождения детально разработанными являются процессы определения местоположения и скорости движения судна по данным различных навигационных систем, стабилизации судна на заданных курсе и маршруте, получения, обработки и индикации радиолокационной информации об элементах движения встречных судов и ситуациях сближения с ними, управления средствами радиосвязи. Созданы навигационные комплексы, которые успешно решают эти задачи. Они установлены на пассажирских лайнерах и крупнотоннажных грузовых судах.

Другие процессы в судовождении также автоматизируют по мере разработки алгоритмов решения задач автоматизации. К таким задачам относятся управление погрузочно-разгрузочными операциями на танкерах, планирование размещения и учета груза на сухогрузных судах, навигационная проработка перехода, а также финансовые, снабженческие и другие расчеты.

Создать автоматизированную систему, соответствующую поставленным целям, не представляется возможным из-за причин, указанных выше.

В то же время достаточно много задач, которые еще не формализованы, поэтому отстранить судоводителя от их решения пока невозможно. К таким задачам, относятся выбор маршрута плавания на основе правильной оценки гидрометеоинформации, управление судном в стесненных навигационных условиях, выполнение расхождения с судами, проведение швартовых операций.

В перспективе возможно внедрение диалоговой системы управления судном на базе ЭВМ (рис. 2.5). В связи с этим необходимо, чтобы будущие судоводители знали современные научные методы, используемые при автоматизации судовых процессов и операций, порядок постановки и алгоритмы решения задач управления судном [32, 34].



Рисунок 2.5 – Структура системы управления судном на основе ЭВМ

Несомненно, что в области контроля и управления в ближайшем будущем найдут широкое применение специализированные системы, которые воспроизводят ход успешного решения человеком определенных практических задач и выполнения операций. Использование такого рода систем поможет дальнейшей формализации и стандартизации процессов в области судовождения и позволит специалистам решать практические задачи на высоком профессиональном уровне.

Таким образом, чтобы своевременно и правильно принимать ответственные решения, судоводитель наряду с традиционными приемами управления судном должен обладать знаниями и навыками работы с автоматизированными системами судовождения. Судоводитель принимает решения и выполняет действия на основе типовых, стандартных ситуаций, для которых уже выработаны общие правила поведения.

2.5 Использование элементов теории вероятностей для моделирования процесса безопасного судовождения

Из многих факторов, влияющих на безопасность судовождения, выделяют главные, а остальными пренебрегают, считая их второстепенными. Однако получаемый результат полностью не лишен их влияния, проявляющегося в виде «погрешностей», «возмущений», отклонений от предрасчитанного состояния, которые называют случайными. Чем точнее хотят предсказать результат, тем более факторов следует учитывать. Однако практически учесть все факторы, от существенных до самых малозначимых, невозможно.

Цель вероятностных методов исследования заключается в том, чтобы, минуя сложное изучение каждого отдельного явления, обратиться к их массе, когда отдельные особенности явлений взаимно нейтрализуются, а средний результат оказывается практически уже неслучайным, и его можно прогнозировать.

Любая наука содержит специфические понятия (в геометрии это точка, прямая линия, угол; в физике – сила, масса, скорость, ускорение). В теории вероятностей основными понятиями являются случайное событие, вероятность события, случайная величина и случайная функция.

Под случайным событием A понимают такое событие, которое в определенных повторяемых условиях проявляется с некоторой частотой [34–37]:

$$P^*(A) = m / n, \quad (2.2)$$

где m – число проявлений событий;

n – общее число наблюдений.

Частоту проявления события $P^*(A)$ называют статистической вероятностью события. При большом числе наблюдений статистическая вероятность стабилизируется и сводится к математической вероятности события $P(A)$:

$$P^*(A) \rightarrow P(A) \text{ при } n \rightarrow \infty. \quad (2.3)$$

Вероятность события может изменяться от 0 до 1, причем достоверное событие, которое непременно должно произойти, оценивают единицей, а невозможное – нулем.

В своей деятельности человек использует принцип практической уверенности, считая, что если вероятность проявления события А в данной ситуации С весьма мала, то при однократном воспроизведении ситуации это событие не произойдет. В каждом конкретном случае это значение малости устанавливают в зависимости от важности события, его влияния на достижение цели [35–39].

При решении многих задач требуется учитывать возможность проявления некоторых событий и определить вероятность других событий, связанных с ними. При этом пользуются основными теоремами сложения и умножения вероятностей событий, которые бывают несовместными и совместными, независимыми и зависимыми.

Если случайные события А и В вместе произойти не могут (несовместные события), то вероятность того, что проявится либо событие А, либо событие В (что обозначается, как «А + В»), равна сумме вероятностей этих событий (теорема сложения):

$$P(A + B) = P(A) + P(B). \quad (2.4)$$

Для произвольного числа несовместных событий A_i :

$$P\left(\sum_{i=1}^n A_i\right) = \sum_{i=1}^n P(A_i). \quad (2.5)$$

Отсюда следует, что сумма вероятностей всех возможных несовместных событий A_i , а также двух противоположных событий А и \bar{A} определяется по формуле:

$$\sum_{i=1}^n P(A_i) = 1 \text{ и } P(A) + P(\bar{A}) = 1. \quad (2.6)$$

Последнее равенство используют в теории надежности, где событие А – работа прибора, а \bar{A} – отказ в его работе в том же промежутке времени. Если события А и В проявляются одновременно, то это событие определяют, как «А × В». Если вероятность события А не изменяется от того, произошло или нет событие В, то события А и В называют независимыми, а если эта вероятность изменяется, – зависимыми.

Например, вероятность обнаружения надводного объекта на заданной дистанции с использованием РЛС (событие А) зависит от волнения моря (событие В).

Вероятность события A , вычисленная при условии, что событие B (или несколько событий B_0, B_1, B_2, \dots) произошло, называется условной вероятностью: $P(A/B)$ или $P(A/B_0 B_1 B_2)$. Вероятность совместного проявления двух событий определяется формулой (теорема умножения):

$$P(A \times B) = P(B) \times P(A/B) = P(A) \times P(B/A). \quad (2.7)$$

Для независимых событий $P(A \times B) = P(A) \times P(B)$, а для произвольного числа независимых событий A определяется выражением:

$$P\left(\prod_{i=1}^n A_i\right) = \prod_{i=1}^n P(A_i). \quad (2.8)$$

На практике редко встречаются задачи, для решения которых применяют только теоремы сложения и умножения вероятностей простых событий. Вероятность события, которую требуется определить, представляют в виде суммы нескольких возможных событий, каждое из которых в свою очередь может быть представлено произведением простых событий [37].

Если сложное событие, вероятность проявления которого требуется отыскать, имеет много вариантов, целесообразно переходить к противоположным событиям. Например, событие C (столкновение судов) может произойти в случае события B (опасной их встречи) и события M (невыполнения маневра расхождения), т. е. вероятность события C описывается уравнением:

$$P(C) = P(B\bar{M}) = P(B)P(\bar{M}). \quad (2.9)$$

Вероятность события $P(\bar{C})$, противоположного событию C (отсутствие столкновения), определяется по уравнению:

$$P(\bar{C}) = 1 - P(C) = 1 - [1 - P(\bar{B})][1 - P(M)] = P(\bar{B}) - P(M) - P(\bar{B})P(M). \quad (2.10)$$

Следовательно, требуется избегать опасных встреч судов и повышать их способность к своевременному выполнению маневра. Если требуется определить вероятность некоторого события A , которое может произойти только вместе с одним из нескольких несовместных событий $H_1, H_2, H_3, \dots, H_i$ (называемых гипотезами), то его вероятность рассчитывают по формуле полной вероятности:

$$P(A) = \sum_{i=1}^n P(H_i)P(A/H_i). \quad (2.11)$$

Следствием теоремы умножения и формулы полной вероятности является формула Байеса [37]:

$$P\left(\frac{H_i}{A}\right) = \frac{P(H_i)P(A/H_i)}{\sum_{i=1}^n P(H_i)P(A/H_i)}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n. \quad (2.12)$$

Уравнение (2.12) позволяет уточнить условные вероятности каждой гипотезы после проявления события А.

Для иллюстрации приведенных выше теоретических положений, рассмотрим конкретный пример. Пусть вероятность выхода судна в заданный пункт с точностью ε (событие А) в ясную видимость днем $P(A/H_1) = 0,95$; в штормовую погоду ночью $P(A/H_2) = 0,8$; в плохую видимость $P(A/H_3) = 0,6$. Прогноз погоды имеет следующие вероятности: $P(H_1) = 0,1$; $P(H_2) = 0,2$; $P(H_3) = 0,7$. Тогда рассчитаем вероятность выхода судна в заданный пункт с точностью ε (событие А) согласно формуле (2.4):

$$P(A) = 0,95 \times 0,1 + 0,8 \times 0,2 + 0,6 \times 0,7 = 0,675.$$

Пусть вероятность обнаружения судов на заданном расстоянии (событие А) с помощью РЛС равна, соответственно, $P(A/H_1) = 1,0$; $P(A/H_2) = 0,9$; $P(A/H_3) = 0,7$. Суда данного типа могут встретиться с вероятностью равными, соответственно, $P(H_1) = 0,5$; $P(H_2) = 0,4$; $P(H_3) = 0,1$. Тогда по формуле (2.4) можно рассчитать вероятность обнаружения судна на заданной дистанции $P(A) = 0,5 \times 1 + 0,9 \times 0,4 + 0,1 \times 0,7 = 0,93$.

Для более конкретного рассмотрения типичных ситуаций судовождения приведем еще один пример. Пусть при проектировании АСУ судна имеется система обнаружения двух несовместных сигналов. Вероятность проявления сигнала первого типа в системе составляет $P(H_1) = 0,8$, условная вероятность ошибки системы при действии сигнала первого типа составляет $P(\bar{A}/H_1) = 0,45$, условная вероятность ошибки системы при действии сигнала второго типа составляет $P(\bar{A}/H_2) = 0,55$. Необходимо найти вероятность корректного распознавания сигнала системой (событие А) и ошибки системы.

Так как сигналы на входе системы несовместны, то: $P(H_2) = 1 - P(H_1)$. Условные вероятности правильного распознавания сигнала относительно событий H_1 и H_2 (событие А) равны, соответственно, $P(A/H_1) = 1 - P(\bar{A}/H_1) = 1 - 0,45 = 0,55$ и $P(A/H_2) = 1 - P(\bar{A}/H_2) = 1 - 0,55 = 0,45$. Подставляя их в формулу расчета вероятности события, противоположного событию соответствующему, при $n = 2$, получаем вероятность правильного распознавания сигнала системой (событие А): $P(A) = P_{\text{пр. расп. сиг.}} = 0,8 \times (1 - 0,45) + (1 - 0,8) \times 0,45 = 0,53$.

Необходимо отметить, что при использовании элементов теории вероятностей для решения типичных задач судовождения требуется учитывать возможность проявления некоторых событий и определять вероятности других событий, связанных с ними. При этом пользуются основными теоремами сложения и умножения вероятностей событий, которые бывают несовместными и совместными, независимыми и зависимыми, а также формулой Байеса [37].

2.6 Использование элементов математической статистики при моделировании процессов судовождения

Предположим, одним наблюдателем, одним инструментом и при неизменных условиях выполнено «n» прямых измерений некоторой постоянной физической величины $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ (например, с неподвижного судна измерен ряд пеленгов на какой-либо ориентир). Так как все измерения выполнены в одинаковых условиях, можем считать их равноточными.

Ниже рассмотрим случай, когда систематические погрешности в измерениях отсутствуют, и погрешности двух любых измерений можно считать некоррелированными величинами. Присутствуют лишь случайные погрешности измерений. В теории вероятностей известно, что если погрешности измерений распределены по нормальному закону, то наиболее точной из всех возможных оценок является среднее арифметическое из результатов измерений:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i. \quad (2.13)$$

Чему равна дисперсия $D(\bar{X})$ найденной нами оценки \bar{X} ? В данном примере мы будем рассматривать равноточные измерения, следовательно, $m_{x_1} = m_{x_2} = m_{x_3} = \dots = m_{x_i} = \dots = m_{x_n} = m_{x_{(1)}}$, где $m_{x_{(1)}}$ – средняя квадратическая погрешность единичного измерения. Поскольку случайные погрешности являются случайными некоррелированными величинами, то дисперсия $D(\bar{X})$ будет определяться по уравнению:

$$D(\bar{X}) = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n m_{x_{(1)}}^2 = \frac{1}{n} m_{x_{(1)}}^2. \quad (2.14)$$

Средняя квадратическая погрешность оценки \bar{X} будет определяться по уравнению:

$$m_{\bar{X}} = \sqrt{D(\bar{X})} = \frac{m_{x_{(1)}}}{\sqrt{n}}. \quad (2.15)$$

Можно утверждать, что среднее арифметическое в \sqrt{n} раз точнее единичного измерения. Почему? Рассмотрим влияние случайных погрешностей. Они являются случайными некоррелированными величинами: в разных измерениях имеют разную величину и могут иметь разные знаки [37].

При сложении они частично друг друга компенсируют, поэтому точность среднего арифметического выше точности единичного измерения. Но полной компенсации не происходит, поэтому найти совершенно безошибочную оценку невозможно. Формула (2.15) дает возможность оценить точность среднего арифметического, но для этого должна быть известна средняя квадратическая погрешность $m_{x_{(1)}}$ единичного измерения [37, 38]. Для определения СКП $m_{x_{(1)}}$ существует два метода:

1) априорный (до опыта) – определение точности измерений, основанное на результатах предыдущих измерений или на косвенном (теоретическом) анализе точности измерений, в этом случае, взяв известную величину $m_{x(1)}$ и подставив ее в формулу (2.15), можно определить $m_{\bar{X}}$, но при этом не будут учтены реальные условия измерений;

2) апостериорный (после опыта) – определение точности измерений производится по результатам измерений, точность которых оценивается. Апостериорный метод определения точности измерений использует три способа:

- 1) по эталонным измерениям;
- 2) по отклонениям от среднего арифметического;
- 3) по размаху R результатов измерений.

Согласно первому способу, если при измерениях известно эталонное (истинное) значение измеряемой величины $X_{ист}$, за оценку средней квадратической погрешности единичного измерения принимают величину, которая определяется по формуле Гаусса [38, 39]:

$$m_{x(1)} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i^2}{n}}, \quad (2.16)$$

где $\Delta_i = X_i - X_{ист}$ – абсолютные случайные погрешности измерений.

Чтобы применять формулу Гаусса, необходимо располагать результатами эталонных измерений, более точных (как минимум, в три раза), нежели те, точность которых оценивается.

Такая возможность встречается сравнительно редко, поэтому чаще применяется второй способ апостериорного оценивания точности – по отклонениям от среднего арифметического. Среднее арифметическое (или вероятнейшее) значение серии измерений рассчитывается по формуле [39]:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}. \quad (2.17)$$

Средняя квадратическая погрешность единичного измерения, вычисленная по отклонениям от среднего арифметического, рассчитывается с помощью уравнения Бесселя [37–39]:

$$m_{x(1)} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n V_i^2}{n-1}}, \quad (2.18)$$

где $V_i = X_i - \bar{X}$ – отклонение от среднего арифметического.

Затем рассчитывается СКП среднего арифметического по формуле (2.15) и результаты представляются в виде $\bar{X} \pm m_{\bar{X}}$.

Третьим способом апостериорного оценивания точности измерений является оценивание точности по размаху R результатов измерений. Если измеряется постоянная (не изменяющаяся в процессе измерений) физическая величина, то размахом результатов измерений называется разность $R = x_{\max} - x_{\min}$ наибольшего и наименьшего из результатов измерений. При $n < 14$ СКП единичного измерения в этом случае может быть рассчитана по формуле [39]:

$$m_{x_{(1)}} = \pm \frac{x_{\max} - x_{\min}}{\sqrt{n}}. \quad (2.19)$$

Проиллюстрируем приведенные ранее теоретические положения, используя их при моделировании конкретной ситуации судовождения. Пусть требуется определить вероятнейшее значение измеренного с помощью РЛС расстояния до ориентира \bar{D} , СКП единичного измерения $m_{D_{(1)}}$ по формуле Бесселя и по размаху, а также СКП от среднего арифметического \bar{m}_D . Результаты измерений расстояний с помощью РЛС D_i приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Результаты измерения расстояний до ориентира

№ п/п	D_i , мили	V_i , мили	V_i^2
1	18,32	-0,04	0,0016
2	18,37	0,01	0,0001
3	18,32	-0,04	0,0016
4	18,36	0,00	0,0000
5	18,40	0,04	0,0016
6	18,37	0,01	0,0001
7	18,32	-0,04	0,0016
8	18,36	0,00	0,0000
9	18,37	0,01	0,0001
10	18,40	0,04	0,0016
11	18,36	0,00	0,0000

Определим вероятнейшее значение измеренного с помощью РЛС расстояния до ориентира: $\bar{D} = 18,36$, а также $\sum_{i=1}^n V_i^2 = 0,0083$. Согласно формуле Бесселя [37–39] рассчитаем СКП единичного измерения $m_{D_{(1)}}$ и СКП от среднего арифметического \bar{m}_D :

$$m_{D_{(1)}} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n V_i^2}{n-1}} = \pm \sqrt{\frac{0,0083}{11-1}} = \pm 0,029 \approx 0,03 \text{ мили,}$$

$$m_{\bar{D}} = \pm \frac{m_{D_{(1)}}}{\sqrt{n}} = \pm \sqrt{\frac{0,03}{11}} = \pm 0,009 \approx 0,01 \text{ мили.}$$

Рассчитаем СКП единичного измерения $m_{D(i)}$ по размаху:

$$R = D_{\max} - D_{\min} = 18,40 - 18,32 = 0,08 \text{ мили};$$

$$m_{D(i)} = \pm \frac{D_{\max} - D_{\min}}{\sqrt{n}} = \pm \frac{0,08}{\sqrt{11}} = \pm 0,024 \approx 0,02 \text{ мили.}$$

В процессе измерения навигационных параметров рассмотрим влияние случайных погрешностей. Они являются случайными некоррелированными величинами: в разных измерениях навигационные параметры имеют разную величину и могут иметь разные знаки. При сложении значений измеренных навигационных параметров частично друг друга компенсируют, поэтому точность среднего арифметического выше точности единичного измерения.

Как бы тщательно не велось счисление пути судна, оно не может обеспечить безопасность плавания. Поэтому определение места судна в море по ориентирам с известными координатами является необходимым условием обеспечения безопасности. Однако результаты измерений, которые используются при визуальном определении места судна, всегда содержат систематические и случайные ошибки. Возможны также и грубые ошибки – результат «промахов» в измерениях. Все способы определения места судна в море основаны на измерении расстояния и направления (или их комбинации). Основная характеристика точности измерения – стандартная круговая ошибка ε , характеризующая радиус вероятного (68,3 %) места нахождения судна. Наряду с СКО применяется и предельная ошибка (99 %) равная $3 \times \varepsilon$. Измерения с ошибкой более предельной расцениваются как «промахи» и отвергаются. В данном подразделе внимание акцентировалось на том, что для определения СКО рекомендуется метод размаха.

2.7 Современные информационные технологии в судостроении

Информационные технологии (от англ.: Information Technology, ИТ) – широкий класс дисциплин и областей деятельности, которые относятся к технологиям создания, сохранения, управления и обработки данных, в том числе с применением вычислительной техники. В последнее время под информационными технологиями чаще всего понимают компьютерные технологии. В частности, ИТ имеют дело с использованием компьютеров и программного обеспечения для создания, хранения, обработки, ограничения к передаче и получению информации [45].

Как указывалось ранее, СУДС – комплекс судовых технических средств, с помощью которых решаются задачи судовождения. Существенное значение для анализа структуры СУДС и выполняемых ею функций имеет рассмотрение решаемой с помощью СУДС задачи проводки судна из порта отхода в порт назначения. Эта задача может быть разделена на следующие основные стадии:

- 1) выбор маршрута перехода;
- 2) подбор карт и пособий на переход, приведение их на современный уровень, накопление информации, необходимой для безопасного выполнения перехода;
- 3) оперативная коррекция выбранного пути и скорости движения в процессе перехода на основе оценки состояния окружающей среды как в непосредственной близости от судна, так и на всем пути следования к порту назначения;
- 4) обеспечение точности плавания по намеченному маршруту.

На современном этапе развития судоходства технической основой высокого уровня автоматизации приведённых выше задач судовождения признаны электронные вычислительные машины. Они включают в себя функции, связанные с обработкой и хранением навигационной информации, прогнозированием развития ситуаций расхождения судов, управление прохода судном зон разделения движения.

Наиболее насыщенной достижениями информационных технологий на современном этапе развития судоходства является автоматизация операций задачи, реализация стратегии плавания, включая учет движения встречных судов. Создаваемые СУДС отличаются друг от друга по уровню и содержанию автоматизации, принципу построения и другим признакам. По уровню автоматизации различают системы с низким, средним и высоким уровнем автоматизации. В зависимости от принципа построения выделяют децентрализованные разобщенные СУДС, централизованные системы и системы с иерархической децентрализацией (модульные системы).

Децентрализованные разобщенные СУДС включают в себя ряд разобщенных устройств автоматического выполнения простейших операций: стабилизация курса, определение местоположения судна, счисление пути судна. Учет взаимосвязей решаемых задач при таком принципе автоматизации полностью находится в компетенции судоводителя.

В централизованной СУДС решение круга возложенных на нее задач производится одной ЭВМ. Такое построение СУДС было характерным для начала этапа комплексной автоматизации судовождения, когда ЭВМ были сравнительно дорогостоящими и круг решаемых с их помощью задач автоматизации был не слишком велик. Достоинством централизованной СУДС стала возможность учета информационной взаимосвязи задач, решаемых в судоходстве. Опыт эксплуатации централизованных СУДС выявил ряд их недостатков:

- при высоком уровне автоматизации операций судовождения чрезвычайно возрастает сложность программного обеспечения судовой ЭВМ;
- резко повышаются требования к производительности судовой ЭВМ, ее надежности и взаимодействию с внешней средой, к количеству режимов обработки информации;
- централизованные СУДС имеют пониженную живучесть, потому что выход из строя судовой ЭВМ приводит к прекращению функционирования всей системы.

При модульном построении СУДС подразделяется на ряд в определенной степени самостоятельных подсистем, решающих определенные задачи из комплекса задач, которые решают в целом СУДС. Таким образом, модульные СУДС состоят из отдельных подсистем (модулей) различных уровней, каждый из которых может функционировать, как самостоятельно, так и в рамках всей системы, подчиняясь командам подсистем высшего уровня. Модульные комплексы более гибки, чем централизованные. В настоящее время модульное построение СУДС является преобладающим.

СУДС включает в себя следующую аппаратуру: навигационные измерительные устройства (гироскоп, лаг, эхолот, приемники различных систем для определения места положения судна), одну или несколько ЭВМ, устройства преобразования информации для ЭВМ, средства отображения информации, аналоговые управляющие устройства. В силу специфики эксплуатации к аппаратуре СУДС предъявляются следующие требования:

- наличие минимальных размеров, массы и потребляемой мощности;
- высокая надежность работы;
- возможность работы в условиях качки, вибрации, ударов, в широком диапазоне изменений температуры окружающей среды и повышенной влажности;
- простота эксплуатации и решение предусмотренного круга задач;
- наличие системы контроля за состоянием аппаратуры и правильностью решения задач;
- низкая стоимость.

Навигационные измерительные устройства, входящие в СУДС, служат для измерения величин, характеризующих процесс судовождения. Эти величины обычно называются навигационными параметрами. Они могут быть разделены на две группы: параметры, характеризующие движение судна и навигационные параметры ориентиров. В зависимости от того, к какой группе относится измеряемый параметр, навигационные измерительные устройства подразделяются на измерители собственного движения и позиционные измерители. Измерители собственного движения обычно делятся в зависимости от вида измеряемого параметра на устройства для измерения направления, скорости и пройденного расстояния, угловой скорости поворота.

К устройствам для измерения направления относятся гироскопические и магнитные компасы, гироазимуты, для измерения скорости используются различные типы лагов – гидравлические, индукционные, гидроакустические. Угловая скорость при поворотах судна измеряется гиротактометрами. К точности показаний измерительных устройств, предъявляются определенные требования, иногда установленные в международном масштабе.

Позиционные измерительные устройства в зависимости от измеряемого параметра ориентиров подразделяются на: угломерные, дальномерные, разностно-дальномерные и комбинированные. Большую группу этих устройств в

настоящее время составляют радиотехнические измерительные устройства, которые находят широкое применение в СУДС. Эти измерительные устройства являются частью спутниковых систем определения места судна, состоящих из наземных станций и космических объектов, а также аппаратуры потребителей.

Особую группу радиотехнических измерительных устройств составляют РЛС. Они служат датчиками информации об окружающей судно обстановке и используются для измерения пеленгов и расстояний объектов. РЛС применяются как для определения места расположения своего судна, так и для нахождения элементов движения других судов. Важную роль играют они и при обеспечении безопасности плавания в условиях плохой видимости.

Совокупность навигационных измерительных устройств на судне должна создавать объективную возможность решения задач судовождения с требуемой точностью и надежностью, с минимальным риском возникновения аварийной ситуации. Поэтому повышение точности и надежности судовождения в первую очередь связывается с совершенствованием навигационных измерительных устройств, как первичных, так и вторичных.

ЭВМ обеспечивает необходимую точность вычислений, что имеет большое значение при решении навигационных задач. ЭВМ имеют запоминающие устройства большой емкости, позволяющие запомнить необходимые при управлении судном многочисленные сведения об ориентирах, навигационных опасностях, элементах движения встречных судов. Схема взаимосвязи компонентов современной СУДС представлена на рисунке 2.6.

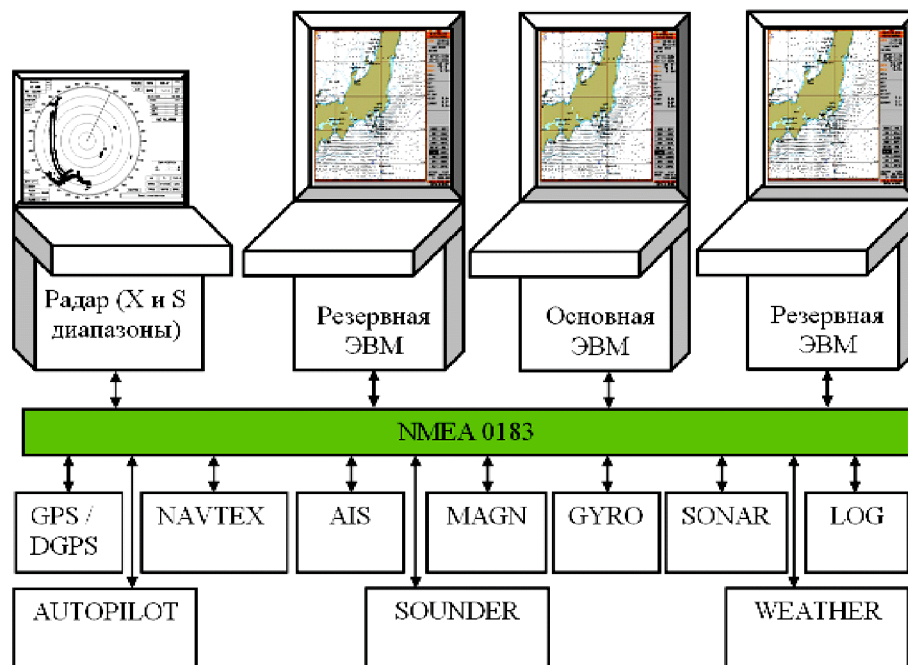


Рисунок 2.6 – Взаимосвязь компонентов современной СУДС

Как отмечалось выше, техническую основу автоматизации судовождения составляют ЭВМ, которые по своей природе универсальны, так как их главной особенностью является принцип программного управления, согласно которому вычисления производятся в соответствии с программами, помещенными в память машины. Это позволяет использовать ЭВМ при условии разработки соответствующих программ для решения разнообразных задач, присущих технологии судоходства. ЭВМ обладают высоким быстродействием и позволяют обрабатывать информацию синхронно с ходом процесса в реальном масштабе времени, как требуется при управлении движущимися объектами.

В заключении этого подраздела необходимо обратиться к стандартам ИМО, относящимся к электронным навигационным средствам. Общие требования к электронным навигационным средствам определены Резолюцией ИМО А.694(17) «Общие требования к судовому радиооборудованию, составляющему часть глобальной морской системы связи при бедствии и для обеспечения безопасности (ГМССБ), и к радионавигационным средствам», которая была издана в 1991 году. Содержание этого документа включает общие замечания по дизайну пультов электронных навигационных средств, размерам и количеству органов управления, требованиям к настройке, освещению, уровням шума и излучения, работоспособности при различных погодных условиях и при изменении параметров электропитания.

В полной мере эти требования относятся и к современным СУДС в целом. Специальные требования к СУДС также изложены в приложении 1 резолюции ИМО MSC.64(67) «Рекомендации по эксплуатационным требованиям к интегрированным системам ходового мостика», которая была издана 5 декабря 1996 года.

2.8 Рекомендации по снижению уровня риска экипажу и судну

«Человеческий фактор» – специфический термин функционирования человека в системе социальных, экономических, производственных и научно-технических отношений, всего того, что относится к человеку, как к субъекту деятельности в разных сферах общественной жизни, деятельности работников морского и речного флота и считается одной из решающих причин многих аварий, посадки на мель, столкновения судов, загрязнения морской, окружающей среды [3, 4].

Под «человеческим фактором» понимается широкий круг психологических и психофизиологических качеств, которыми в разной степени обладают люди, и которые определенным образом влияют на качество и эффективность их производственной деятельности.

«Человеческий фактор» зависит от:

– социальных условий, – политика судовладельца, национальность, условия найма на работу (контракт), преданность компании (лояльность);

- состояния здоровья, – выносливость, утомление, тяжесть работы (стресс), питание, бытовые условия, организация отдыха;
- условий эксплуатации судна, – особенности конструкции, дисциплинарная практика, обслуживание судна, уровень механизации и автоматизации;
- действующих правовых норм ММО, государства флага, государства порта, профсоюзов, подготовленности, умения и способностей;
- условий труда и быта – вид выполняемой работы, условия на рабочем месте, взаимоотношение с судовыми членами экипажа, моральный климат на судне, лидерство или поддержка кого-то, авральные, сверхурочные работы, организация службы на судне (период работы и отдыха), чувство долга, ответственность;
- других факторов, к которым можно отнести нарушение биологического ритма жизни в результате смены часовых поясов, территориальную ограниченность, гиподинамию, отрыв от дома и близких людей, сенсорную ограниченность (в общении, дефицит впечатлений), недостаток времени при принятии решений, дефицит времени пребывания на берегу в портах, зачастую недостаточный культурный и моральный уровень моряков, чрезмерные нагрузки во время грузовых операций, при стоянке в портах, большое количество инспекций, проверок.

В соответствии с Резолюцией ИМО А.987(24) морской аварией считается событие, которое повлекло [3, 4]:

- 1) смерть человека или причинение ему серьезных телесных повреждений, которые произошли в результате эксплуатации судна;
- 2) исчезновение человека с судна, которое произошло в результате эксплуатации;
- 3) гибель судна или оставление судна экипажем;
- 4) причинение материального ущерба судну;
- 5) посадку судна на мель, утрату способности управляться или участие судна в столкновении;
- 6) материальный ущерб, причиненный в результате эксплуатации судна;
- 7) ущерб окружающей среде, причиненный из-за повреждения судна или судов в результате эксплуатации судна.

Влияет ли возраст судна на вероятную причину возникновения аварийной ситуации? Несмотря на некоторый рост количества пожаров и сокращение относительного количества столкновений, можно утверждать, что возраст судна на вероятные причины возникновения чрезвычайной ситуации оказывает незначительное влияние.

К внешним факторам, которые являются угрожающими для безопасности судна, следует отнести ветроволновые воздействия. Естественно, что при потере устойчивости ветер играет определенную роль, тем не менее, главной ее считать нельзя. Так, только 3–5 % аварий этой категории произошли

при сильном ветре, который действительно мог стать причиной аварии. Другие аварии происходят из-за неправильной загрузки/выгрузки и сепарирования груза (особенно это важно при перемещении металлолома, труб или контейнеров).

Эффективность спасательных операций и степень риска для жизни людей на борту судна при аварийной ситуации в значительной степени определяются характером и продолжительностью протекания аварии. При столкновении или посадке на грунт сквозь повреждения в корпусе проникает вода, и осадка судна изменяется. Вследствие потери остойчивости и преобладания факторов, способствующих увеличению кренящего момента, судно получает крен, который растет до определенной критической величины. При пожарах большое значение приобретает скорость распространения огня и его интенсивность.

Статистика последних лет свидетельствует, что, несмотря на использование современных достижений науки и техники, аварийность на морском флоте имеет тенденцию к росту. Большая часть повреждений приходится на главные и вспомогательные силовые установки, в 60-х годах прошлого века эта цифра составляла 69 % от общего числа аварий. Значительная часть всех аварийных случаев происходит вследствие несвоевременного выявления состояния судовых технических средств, которое предшествовало аварийному, а так же неправильным действиям в аварийной ситуации, что объясняется неспособностью оператора идентифицировать состояние объекта, определить, что отказали элементы, прогнозировать развитие аварийной ситуации и найти эффективное решение по выходу из нее.

Аварийные ситуации на судне нередко обусловлены такими субъективными факторами, как уровень квалификации персонала и организации службы на судне. Согласно данным статистических отчетов, огромные финансовые затраты на различные технические усовершенствования не привели к снижению количества аварий судов. Чрезвычайно острой в отношении безопасности судоходства стала проблема автоматизации судов и сокращение численности экипажа. Для обеспечения безопасности судоходства чрезвычайно важно учитывать влияние личного аспекта судового персонала, так называемого «человеческого фактора», который присутствует в каждом звене системы управления на берегу и на судне.

Большинство аварий происходит вблизи портов, в узкостях, проливах, местах интенсивного движения или скопления судов. При подходе к порту экипаж судна подвержен дополнительным нагрузкам, связанным с обслуживанием механизмов и подготовке к заходу в порт. Согласно статистике последних лет, по вине человека происходит более 80 % аварий [3, 4, 40]. На рисунке 2.7 приведена зависимость «вклада» отдельных профессий, связанных с судоходством, на аварийные ситуации по причине «человеческого фактора».

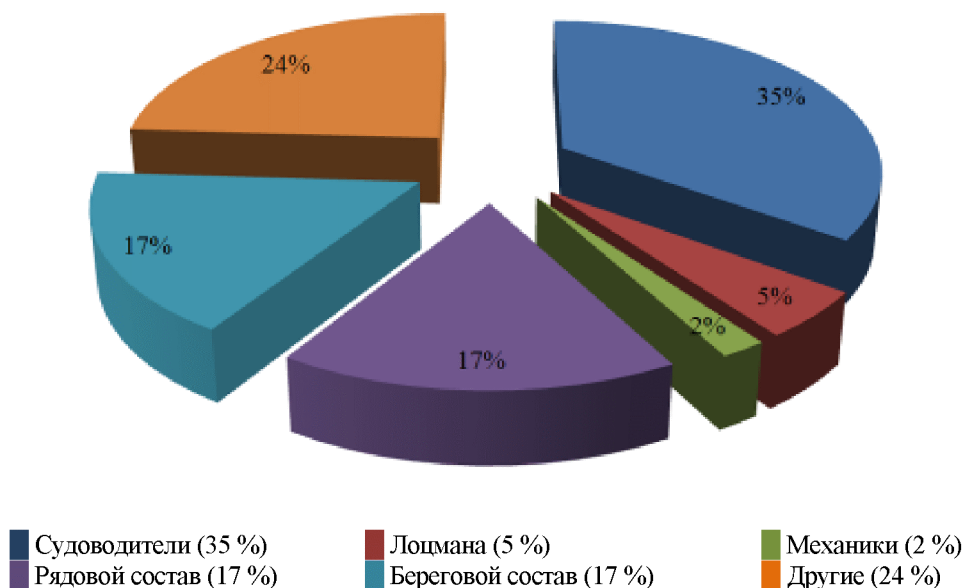


Рисунок 2.7 – Зависимость «вклада» отдельных морских профессий на аварийные ситуации по причине «человеческого фактора»

Все аварии по степени тяжести можно разделить на: очень серьезные, серьезные и инциденты. Термин «очень серьезная авария» означает аварию судна, повлекшую гибель судна, человеческие жертвы или значительное загрязнение морской, окружающей среды.

Термин «серьезная авария» означает аварию, которая не квалифицируется, как очень серьезная авария и повлекшая пожар, взрыв, посадку на мель, касание грунта, ледовое повреждение, повреждение или предполагаемое повреждение корпуса, повреждение, которое вывело судно из мореходного состояния (пробоина в подводной части корпуса, поломка главного двигателя, значительное повреждение жилых и других помещений), поломка, которая требует необходимость буксировки или оказания помощи с берега.

Термин «морской инцидент» означает случай или событие, которое привело к опасности для судна, человека или ущербу морской, окружающей среды в результате эксплуатации судна, либо в связи с ней.

Для предупреждения аварийных ситуаций в будущем большое значение имеет эффективный анализ ошибочных действий. Ошибочные действия – это элементы трудовой деятельности, которые нарушают ее нормальное течение и не способствуют достижению поставленной цели. Каждое ошибочное действие имеет свою причину или несколько причин, из которых одна является основной. Устранение основной причины является залогом безошибочного выполнения трудовой операции.

Наиболее типичными причинами ошибочных действий экипажа являются следующие [3, 4, 40]:

1) недостаточная подготовка членов экипажа, отсутствие хорошо сформированных трудовых навыков;

- 2) несоответствие индивидуальных психологических качеств моряка требованиям выполняемой работы;
- 3) временное снижение работоспособности;
- 4) отрицательный перенос ранее сложившихся трудовых навыков на выполняемую работу.

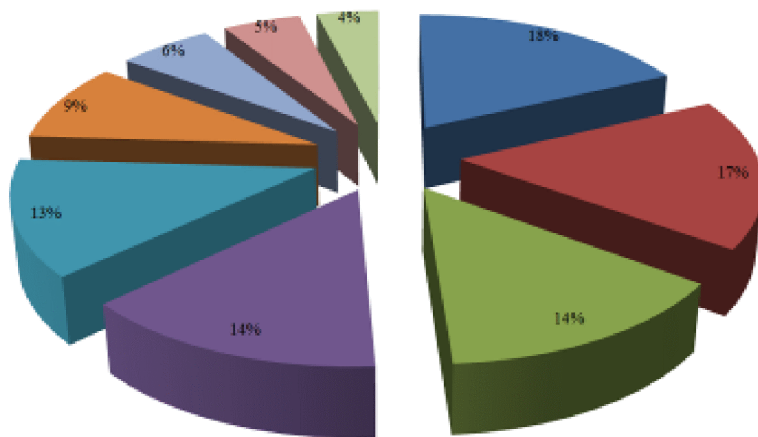
Ошибочные действия могут быть причиной аварийных ситуаций и несчастных случаев. Аварийная ситуация – это осложнение трудовой деятельности, которое делает невозможным ее дальнейшее выполнение в связи с возможной аварией. Если работник неправильно реагирует на аварийную ситуацию, то возможна авария или несчастный случай. Путем изучения допущенных ошибок устанавливается зависимость аварийной ситуации или аварии от совокупности личностных качеств членов экипажа [43, 44].

Ошибка – это неверность в поступках, действиях, мыслях и ложное представление о чем-либо. В случае ошибки – полученный результат, не соответствует намеченному, заданному или необходимому результату.

С точки зрения предотвращения ошибочных действий в будущем представляет интерес анализ причины возникновения ошибочных действий, которые вызваны недостатком информации. Этот недостаток информации обусловлен недостаточной технической организацией труда. Задача судового офицера – выявить, какой должна быть информация, чтобы избежать ошибочных действий в процессе эксплуатации судна.

Также эффективен анализ действий, вызванный неправильной субъективной переработкой информации. В этом случае надо рассматривать определенные меры, направленные на повышение квалификации исполнителя, или меры организационного характера, направленные на более совершенную форму предоставления информации.

На рисунке 2.8 приведен перечень основных ошибок, вахтенного помощника, в частности, при наблюдении за сигналами, показаниями приборов [3, 4, 40].



- **Неправильный отсчет показаний приборов, индикаторное устройство которых делает несколько оборотов. Ошибка в понимании показаний двух или более стрелок и вращающейся шкалы (18 %).**
- **Неправильная интерпретация направления движения индикаторного устройства – неправильное толкование показаний прибора (17 %).**

- Неправильная интерпретация зрительных и звуковых сигналов – неправильная реакция на сигналы рукой, на сигнальные огни и звуки или радиосигналы (14 %).
- Ошибки, вызываемые недостаточной четкостью – недостаточная видимость цифр, делений шкалы или стрелок, недостаточно ясных, для того, чтобы сделать отсчет быстро и точно (14 %).
- Ошибка идентификации показаний - ошибочный отсчет нужной величины по другому прибору или по другой шкале прибора, имеющего много стрелок (13 %).
- Использование дефектного прибора – показания дефектного или неисправного прибора воспринимаются как правильные (9 %).
- Неправильная интерпретация цены деления – затруднения в отсчете показания, что требует интерполяции между двумя числовыми значениями, или ошибки в оценке значения наблюдаемого параметра (6 %).
- Ошибки, связанные с иллюзией – трудности, возникающие в результате несоответствия восприятия реальности и показаниями приборов (5 %).
- непонимание показаний прибора – в нужный момент отсчет показаний прибора не производится (4 %).

Рисунок 2.8 – Анализ перечня ошибок, которые может допустить вахтенный помощник капитана

Необходимо акцентировать внимание на то, что большинство происшествий и аварий в море происходят в результате стечения неблагоприятных обстоятельств – цепи ошибок. Цепь ошибок может возникнуть по следующим причинам:

- 1) последовательность действий и процедур, которая не совпадает с запланированными ранее;
- 2) отсутствие должной адекватной реакции, которая возникает при появлении любых неожиданных отклонений от намеченного плана, что может быть следствием неопытности судоводителя, недостаточной практической подготовки;
- 3) невнимательность, которая может возникнуть вследствие напряженной и длительной работы, усталости, стресса;
- 4) недостаточная психическая устойчивость;
- 5) наличие действий, которые не соответствуют инструкции и/или хорошей морской практике.

Анализ прогноза рисков гибели судов от разных причин показал:

- 1) наибольшие риски погибнуть от затопления в ближайшее время имеют суда для перевозки генеральных грузов и грузовые суда типа RO-RO, немного меньше риск погибнуть от затопления у пассажирских судов;
- 2) наибольший риск погибнуть от пожара или взрыва имеют суда для перевозки сжиженных газов LPG, LNG, танкеры, химовозы [20], на втором месте по риску погибнуть от пожара или взрыва стоят пассажирские суда и RO-RO;
- 3) наибольшие риски погибнуть от столкновений – у судов для перевозки генеральных грузов и судов RO-RO, а также у пассажирских круизных лайнеров;
- 4) наибольшие риски погибнуть вследствие посадки на мель имеют суда для перевозки навалочных и генеральных грузов.

Поэтому при создании новых перегрузочных комплексов и пассажирских терминалов нельзя не учитывать имеющиеся риски различных аварий для предотвращения их в будущем. Анализ аварий и, в первую очередь, причин катастроф судов мирового флота осуществляется с целью определения направлений развития науки судовождения, совершенствования программ подготовки кадров, выявления необходимых организационных мер для сокращения и/или предотвращения морских катастроф.

Использование элементов теории вероятностей и математической статистики при анализе аварийности дает широкие возможности для определения перспективных направлений развития морской отрасли с целью повышения безопасности мореплавания. Исследование причин гибели судов позволяет утверждать, что практически в каждом случае действует правило: если избежать данного инцидента невозможно, необходимо принять меры для максимального снижения его неблагоприятных последствий. Для потенциальных (прогнозируемых) катастроф должны быть разработаны нормативно-правовые требования, обеспечивающие минимизацию неблагоприятных последствий аварий.

Это относится к принудительной посадке судов на мель при неизбежности столкновения судов в море. По всем выявленным причинам гибели судов должны проводиться более глубокие систематические исследования, направленные на сокращение вызывающих их факторов, и не только по мировому, но и по отечественному морскому, речному, рыбопромысловому флоту.

Необходимо подвести некоторые итоги по данному разделу – Международные правила предупреждения столкновений судов (МППСС, англ.: International Rules of Preventing Collision at Sea – COLREGS) предназначены для минимизации риска в море и представляют собой свод важнейших положений, регламентирующих действия судоводителя, управляющего движением судна, отвечающего за сохранность вверенной ему техники и грузов, здоровья и самой жизни членов экипажа, пассажиров.

Подобно многим другим документам, определяющим границы абсолютно необходимого в действиях моряка, эти Правила далеко не во всем являют собой пример заключений, формируемых морскими экспертами. К сожалению, за каждым из положений МППСС стоят, в немалом их числе, конфликтные, нередко и трагические ситуации, в реальной практике получившие не лучшее свое разрешение.

Положения МППСС–72/95, с принятыми позднее поправками, распространяются на все классы и типы судов, независимо от их водоизмещения. В условиях мирного времени их действие распространяется как на практику управления гражданскими судами, так и военными кораблями. Исключительно важно, что эти Правила отнюдь не рекомендуют, они предписывают строго определенный порядок действий судоводителя, сообразно конкретно складывающейся обстановке. Согласно традициям и духу хорошей морской практики принято считать, что Международные правила предупреждения столкновений судов в море нельзя знать ни на «тройку», ни на «четверку». Их можно и нужно просто знать на «отлично»!

Пренебрежение любой из позиций МППСС чревато проблемами, подчас и тяжелыми последствиями. И, напротив, совершенное в своей полноте знание Правил есть, если и не полная гарантия, то надежный залог успеха в деле снижения рисков безопасности судоходства.

2.9 Роль ПДМНВ в снижении риска судоходства

Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несению вахты (ПДМНВ) (англ.: International STCW Convention) – одна из трех основополагающих морских конвенций, принятых под эгидой Международной Морской Организации. В Конвенции приняло участие более 70 стран, в том числе Россия и Украина.

Конвенция закрепляет международные нормы подготовки и дипломирования моряков и несения вахты, и предусматривает положения, обеспечивающие, чтобы моряки на судах были надлежащим образом обучены и подготовлены, имели достаточный опыт, навыки и квалификацию, отвечали требованиям в отношении работы, возраста, состояния здоровья и были годны к выполнению своих обязанностей таким образом, чтобы обеспечить охрану человеческой жизни и сохранность имущества на море, а также защиту морской среды. Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несению вахты регламентирует:

- 1) требования к капитану и палубной команде;
- 2) требования к машинной команде;
- 3) требования к радиоспециалистам;
- 4) требования в отношении экипажей определенных типов судов;
- 5) требования в отношении функций, связанных с аварийными ситуациями, охраной труда, медицинским уходом и выживанием;
- 6) требования в отношении дипломирования и альтернативного дипломирования;
- 7) требования в отношении несения вахты.

ПДМНВ устанавливает также образцы документов, выдаваемых при дипломировании моряков. ПДМНВ принята ИМО в первоначальной редакции в 1978 году. Существенные изменения были внесены в Конвенцию на конференции ИМО в 1995 году. ПДМНВ регулярно обновляется на сессиях ИМО, поправки вносились в 1997 и 1999 гг.

В конце июня 2010 года в столице Филиппин Маниле состоялась дипломатическая конференция по принятию поправок к Международной конвенции о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 года. В работе дипломатической конференции приняли участие делегации 92 государств-членов ИМО, три государства, являющиеся ассоциированными членами, а также представители 18 международных организаций. Общее количество участников составило 822 человека.

Дипломатическая конференция утвердила тексты всех измененных глав Конвенции соответствующих частей Кодекса, которым присвоено название – «Манильские поправки». «Поправки» вступили в действие с 01 января 2012 года. Установлен переходный период до 01 января 2017 года, дающий возможность использования старых дипломов, с ограничениями, наложенными новыми требованиями.

В частности, новые положения касаются признания дипломов моряков, выданных для прибрежного плавания при плавании судов одного государства в прибрежных водах другого государства. Установлена необходимость заключения двусторонних (многосторонних) соглашений между Сторонами конвенции, если их суда заходят в прибрежные воды другого государства. Эти соглашения должны включать подробности вовлеченных районов плавания и другие, относящиеся к делу условия.

Внесены изменения по минимальным стандартам компетентности для командного и рядового состава судов, а так же приняты новые стандарты для ряда специалистов (электромеханик, матрос I класса, моторист I класса, электрик), для которых эти стандарты ранее не были прописаны в Конвенции.

В «Поправках» содержатся положения по минимальному времени отдыха в количестве 77 часов для членов экипажа, несущих вахту, в течение семи суток вместо существовавших 70 часов. Дипломатическая конференция приняла рекомендации по квалификации моряков, работающих на судах в полярных водах, и поместила их в часть «В» Кодекса, а также одобрила резолюцию Конференции, призывающую к разработке обязательных требований к этим специалистам после принятия Полярного Кодекса.

«Манильские поправки» особенно влияют на ход переподготовки и повышения квалификации плавсостава. Капитан Макаров С.В. делает акцент на том, что «от моряков будут требовать «освежить» свои знания и навыки через краткие курсы, однако эти «Поправки» не объясняют внятно, каким именно образом это будет происходить» [40]. Основные направления, которые должны входить в такую переподготовку:

- индивидуальное выживание и спасение;
- основы пожаротушения и предупреждения пожаров;
- практические навыки и использование спасательных средств и шлюпок;
- эффективные навыки пожаротушения;
- обращение со скоростными спасательными шлюпками.

Требований в отношении переподготовки по оказанию первой доврачебной помощи или медицинских навыков согласно ПДМНВ нет. Однако, в ряде национальных законов, касающихся этих вопросов, уже содержатся такие требования для ответственных за медицинскую помощь (для работающих в должности капитана судна на судах под флагами ЕС).

После 01 января 2017 года все моряки будут обязаны иметь и предъявлять находящийся в силе документ, подтверждающий, что все их сертификаты не просрочены. Морякам следует иметь в виду, что именно они ответственны за

своевременное прохождение коротких курсов. Капитан Макаров С. В. указывает на то, что «по крайней мере частично, переподготовку можно проходить и на судне» [40].

В отношении использования на судне системы ECDIS также появились новые требования. С 01 января 2017 года, если судоводитель работает на судне, оборудованном ECDIS, ему необходимо иметь отдельный сертификат ECDIS или NARAS (Navigation Aids, Radar and ARPA Simulation), выданные позднее 01 января 2005 года. Судоводитель обязан иметь сертификат ECDIS на борту. Если во время подтверждения соответствия после 01 января 2012 года у судоводителя его не будет, то в Сертификат соответствия будет внесена пометка «Не может работать на судах, оборудованных ECDIS, после 31 декабря 2016 года». Если же ECDIS является основным средством навигации на судне, то будет предъявляться дополнительное требование – пройти подготовку именно на этом типе ECDIS.

Необходимо отметить, что никакой «многоэтажной» подготовки не будет. Это значит, что хотя компания может направить работника на курсы подготовки инструкторов, и такой работник сможет обучать других работников – но эти последние уже не смогут обучать других [41, 42].

«Манильские поправки» вводят четыре требования к безопасности судов:

1) всякий, кто начинает работу на судне, будет обязан ознакомиться с ISPS (International Ship and Port Facility Security, ОСПС – Кодекс по охране судов и портовых средств);

2) каждый член экипажа на судне должен пройти ознакомительный курс по безопасности, охране труда;

3) персонал, чьи обязанности связаны с обеспечением безопасности, должен пройти соответствующие специализированные курсы;

4) на каждом судне должен быть офицер по обеспечению безопасности.

Эти требования в отношении безопасности вступили в силу с 01 января 2012 года. Однако ИМО вскоре распространило циркуляр в адрес Портового контроля, в котором обратилась с просьбой не принуждать к выполнению всех этих требований силами органов Портового контроля, вплоть до 01 января 2014 года, при условии, что судно соответствует действующим требованиям в отношении безопасности. Это не равноценно, впрочем, указанию Портовому контролю игнорировать эти требования. Просто временно их просят воздержаться от принудительных мер.

Согласно «Манильским поправкам» в курсах подготовки вахтенных офицеров обязательно будет уделяться большое внимание значению «человеческого фактора» в возникновении аварийных ситуаций.

Итак, согласно «Манильским поправкам» в стандарты компетентности моряков введены дополнительные требования, предусматривающие различные новые виды практической подготовки. Это вызвано внедрением на современных судах новых технологий и сложного современного оборудования. Для судоводителей предусмотрены:

– обязательные минимальные стандарты компетентности по использованию электронных картографических навигационных информационных систем (ЭКНИС);

- управление ресурсами навигационного мостика;
- умение осуществлять руководство судовым персоналом;
- эффективное использование систем регулирования движения судов;
- минимальные обязательные стандарты компетентности по мореходной астрономии, световой сигнализации, охране морской, окружающей среды.

Для судовых механиков дополнительно предусмотрены стандарты компетентности по управлению ресурсами машинного отделения, умению осуществлять руководство персоналом, по установкам сепаратора льяльных вод, по управлению судовыми системами (топливной, смазочной, балластных вод). Изменений много, и все они – прямое руководство к действию.

3 ИНТЕГРИРОВАННЫЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ В СОВРЕМЕННОМ СУДОВОЖДЕНИИ

Обеспечение безопасности судоходства и охрана морской, окружающей среды остаются одними из приоритетов морского флота. Каждый год в мире сталкиваются около 1 500 крупных судов и 2 % из них погибает, а экономический ущерб от столкновений составляет более 30 % от всех видов аварий судов [46].

Несомненно, что из множества средств обеспечения безопасности в настоящее время наиболее действенным является внедрение в системы управления новейших достижений развития информационных технологий, таких, как интеллектуальные методы проектирования и управления.

Под развитием информационных технологий понимают взаимосвязанное развитие вычислительных алгоритмов управления, средств коммуникации и технической основы их реализации в виде электронных цифровых устройств, в том числе устройств микропроцессорной техники. Всё это вместе взятое в судоходстве воплощается в виде автоматизированных систем управления различного назначения и уровня.

Что же заставляет судовладельцев и проектировщиков следить за развитием информационных технологий и вкладывать средства в оснащение судов новыми электронными системами, а также модернизировать существующие? Прежде всего это – необходимость сохранять конкурентоспособность в условиях жёсткой конкурентной борьбы в мире. Обеспечить поддержание конкурентоспособности в наше время невозможно без следования требованиям обеспечения безопасности судоходства, повышения эффективности грузоперевозок, снижения рисков при принятии решений за счёт развития информационных технологий. Эти требования диктуются на уровне Международной Морской Организации с целью обеспечения безопасности, экономичности, высокой энергоэффективности эксплуатации судов, охраны морской, окружающей среды.

В этих условиях задача судовладельца, который, естественно, стремится к получению максимальной прибыли, заключается в том, чтобы необходимые расходы средств, удовлетворяющие сразу всем перечисленным выше требованиям, были минимизированы.

Существующее многообразие технической реализации АСУ и алгоритмов управления затрудняет модернизацию и проектирование систем автоматизации. Это выражается в неизбежных дополнительных расходах на обеспечение аппаратной, программной и коммуникационной совместимости существующих и новых средств автоматизации.

Уменьшить эти расходы, а затем и исключить их совсем по мере роста степени интеграции, призваны интегрированные информационные системы. Отметим, что рост степени интеграции является главной тенденцией в развитии современных автоматизированных систем. Для таких систем характерным

является стремление интегрировать все многочисленные автоматизированные системы судна в единую, построенную по иерархическому принципу. Это позволяет повысить безопасность и эффективность её работы, а также сократить численность судового экипажа.

С точки зрения технической реализации это означает, что все функции управления должны быть сконцентрированы в пределах автоматизированного рабочего места с использованием стандартного унифицированного набора интерфейсных средств в виде дисплея, клавиатуры, трэкбола и других подобных устройств. При этом количество таких АРМ, установленных на ходовом мостике, в Центральном Пункте Управления и других функционально важных объектах, может быть неограниченным, а выход из строя части их не должно отражаться на работе остальных.

Процесс интеграции происходит на всех уровнях иерархии систем управления – от отдельных судовых подсистем до управления флотом и делает всё более тесным взаимодействие между береговыми и судовыми комплексами и системами безопасности судоходства, мониторинга.

В конце 80-х – начале 90-х годов двадцатого столетия начали внедряться судовые системы управления с новыми информационными технологиями на базе методов моделирования, теории экспертных систем и искусственного интеллекта [47]. Такие технологии реализуются в новых классах информационно-управляющих систем интеллектуальной (информационной) поддержки операторов.

Цель настоящей главы – показать основные тенденции развития информационных технологий в обеспечении безопасности судоходства на базе информационных источников – интернет-ресурсов.

В соответствии с поставленной целью в первом разделе рассмотрен процесс интеграции АСУ и структура интегрированной системы судна. Во втором разделе выделена из структуры ИСС и отдельно рассмотрена центральная система судна – интегрированная система ходового мостика. Третий раздел посвящён развитию береговых и судовых комплексов и систем безопасности судоходства. В четвёртом разделе рассмотрены некоторые сведения об использовании современных интеллектуальных методов в управлении и проектировании систем автоматизации. Пятый раздел содержит рекомендации по практической реализации достижений информационных технологий в обеспечении безопасности судоходства.

Рассмотрим главную тенденцию в развитии автоматизированных систем управления судном в настоящее время – их интеграцию.

3.1 Интеграция автоматизированных систем управления судном

Интеграция означает объединение в единую структуру разнородных систем, которые обеспечивают управление судном с ходового мостика одним оператором (One man bridge operations – OMBO) [48].

На стадии интеграции задач управления решают задачи оптимального проектирования с использованием современных методов – теории многокритериального анализа, методов принятия решений в условиях неопределенности, методов анализа управляемости процессов, методов интеллектуального управления [49].

Характерной особенностью интеграции является создание единого информационного пространства судна, под которым понимается возможность доступа ко всей информации, поступающей от различных систем, возможность обмена данными в реальном масштабе времени между приложениями и компонентами систем управления.

Понятие интеграции автоматизированных систем согласно ГОСТ 34.003–90 применимо к любой совокупности двух и более взаимосвязанных автоматизированных систем, в которой функционирование одной из них зависит от результатов функционирования другой так, что эту совокупность можно рассматривать, как единую автоматизированную систему [49].

Известны следующие виды интеграции систем управления: организационная, функциональная, информационная, программная и техническая.

Организационная интеграция предполагает оптимизацию деятельности персонала, ответственного за функционирование всей системы. Функциональная интеграция – единство главных и вспомогательных функций, декомпозиция функциональной структуры и согласованность критериев эффективности всех компонентов системы. Информационная интеграция – единое информационное пространство, единый подход к сбору, обработке и передаче информации на всех уровнях иерархии. Программная интеграция – это совместимость и совместное использование программного обеспечения на всех уровнях иерархии. Техническая интеграция – это открытость средств низовой автоматики, контроллеров, средств вычислительной техники, локальных сетей для распределенной обработки и представления данных и решения задач управления.

Для решения задач интеграции систем необходима стандартизация аппаратно-программного обеспечения, в том числе интерфейсов, протоколов связи, баз данных, систем программирования.

С развитием информационных технологий наблюдается развитие интегрированных систем управления. Основные тенденции развития следующие [49]:

- модернизация и смена поколений интегрированных систем управления, совершенствование аппаратного и программного обеспечения, появление новых инструментальных систем программирования контроллеров;
- преобразование функций оператора, переход от функций контроля и оперативного управления к функциям оперативной оптимизации с поддержанием заданных критериев эффективности;
- использование приемов моделирования процессов и оборудования, а также систем оптимального управления.

Сложность процесса интеграции для судовых систем управления и обработки информации состоит в том, что необходимо объединить в единую систему разнообразные по быстродействию системы, в том числе системы реального времени [48].

Отметим, что понятие систем реального времени отсутствовало при разработке аналоговых систем управления, оно возникло только с появлением цифровых систем. Системой реального времени называют такую систему, быстродействие которой адекватно скорости протекания физических процессов в объектах контроля и управления. Из этого определения следует, что в настоящее время практически все системы управления являются системами реального времени, а степень быстродействия сама по себе не является критерием принадлежности системы к классу систем реального времени, в то время как соотношение быстродействия системы и объекта управления – является.

Исходные требования ко времени реакции системы и другим временным параметрам определяют из результатов анализа динамики функционирования объекта управления. Это позволяет сформулировать требования к аппаратным средствам системы, методам обеспечения надежности и живучести, а также методам распределения вычислительных ресурсов.

В условиях необходимости одновременно решать большое количество разнородных задач сложность процесса объединения систем реального времени ещё более возрастает. Возрастает также требования к операционной системе реального времени. Однако непрерывное развитие технических средств и алгоритмов управления позволяет успешно решать эти задачи.

3.1.1 Интегрированные системы автоматизации управления судном

Основные операции Интегрированных Систем Управления определяются на основе анализа функций, выполняемых персоналом по управлению судном в нормальных и аварийных ситуациях [48–50]. На рисунке 3.1 приведена структура функций интегрированной системы, обеспечивающей управление движением судна с ходового мостика одним оператором.

Рассмотрим несколько вариантов современных интегрированных систем автоматизации управления судном разных производителей, чтобы составить представление, что объединяет эти системы и какие они имеют отличия. Отметим, что скорость развития интегрированных систем автоматизации управления столь высока, что собранные материалы имеют свойство устаревать даже в течение относительно небольшого промежутка времени.

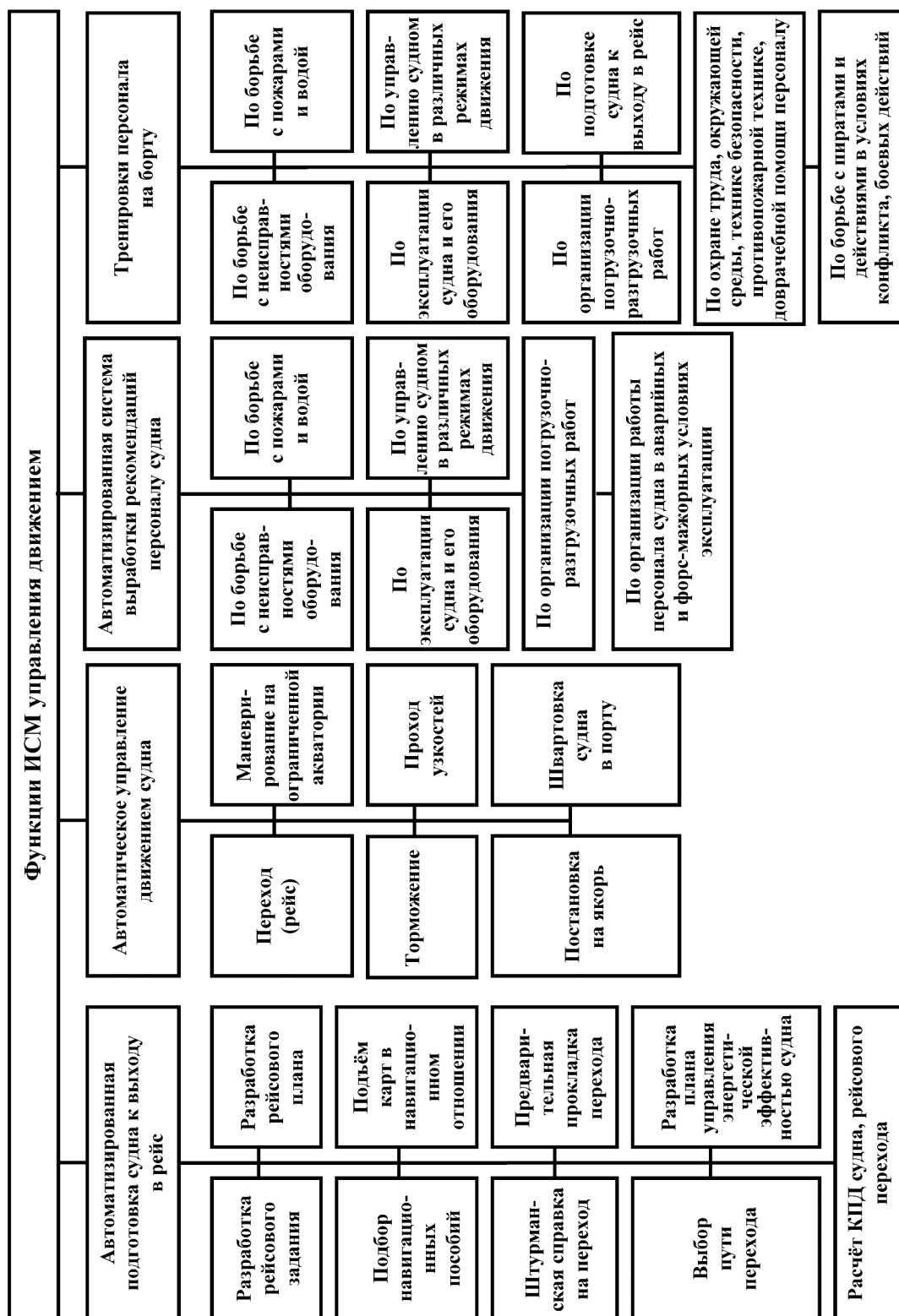


Рисунок 3.1 – Функции управления движением судна с ходового мостика

Первая из рассматриваемых систем – морская интегрированная система управления FT NavVision, – представляет собой модульное интегрированное программное решение для морской индустрии [51]. Система создана компанией Free Technics, представленной в России и на Украине компанией ПОЛАРМАР, которая осуществляет проектирование, поставку, монтаж и пусконаладку морских электронных систем. Систему NavVision компания позиционирует как первую в мире интегрированную морскую систему такого типа – она проще и легче в эксплуатации, чем традиционные системы.

Эта система приходит на смену системам, управляемым с помощью многочисленных измерительных приборов, переключателей, панелей, индикаторов, которые загромождают пульта управления судном. Особенностью её является то, что она позволяет следить за состоянием и управлять любым оборудованием, установленным на судне, будь то двигатели, генераторы, насосы, распределительные щиты, средства связи, навигации, автоматики, сигнализации, видеонаблюдения, холодильное и гидравлическое оборудование, посредством универсального экранного интерфейса оператора.

При этом заказчику предоставляют возможность выбора только тех программных и аппаратных модулей, которые нужны, а также заказать разработку того, чего пока нет, или разработать новые интерфейсы самостоятельно, используя встроенный конструктор форм.

Основа используемых аппаратных средств – это стандартные IBM-совместимые компьютеры морского исполнения. Для подключения к компьютеру двигателей, насосов, средств морской электроники и подсистем сигнализации необходима реализация протоколов связи и интерфейсов ввода-вывода. Для этих целей использована серия 750 промышленных контроллеров WAGO, которая имеет полный функционал, относительно невысокую стоимость и морские типовые одобрения. Благодаря этому вся система управления характеризуется как относительно недорогая, надежная и простая.

Коммуникационная часть системы выполнена на базе интерфейса Ethernet в виде кольцевой сетевой магистрали. Применение стандартных компьютеров и USB-ключей защиты дает возможность оператору управлять судном из любого места, где установлен компьютер, подключенный к судовой Ethernet – сети. При этом все настройки и права остаются доступными благодаря наличию у оператора персонального USB-ключа.

В соответствии с требованиями ИМО все данные и сигналы система сохраняет с заданной периодичностью. Сохраняются также все события системы в судовом журнале, который представляет собой специально упакованный защищенный файл, отвечающий требованиям ИМО к системам управления. Стандартные библиотеки подключаемого оборудования содержат все возможные конфигурации известных судов.

Опыт показывает, что эксплуатация системы FT NavVision имеет преимущества перед традиционными системами, а именно: средства навигации включают средства автоматизации и обладают обучающими свойствами, что

снижает усталость и уменьшает риск ошибки оператора; система обеспечивает оптимальное распределение датчиков и кабельной разводки на больших судах; возможно полное дистанционное и программное управление судном.

Применение интегрированной системы NavVision позволяет найти оптимальное решение проектирования в условиях сжатых сроков или обновить систему автоматизации судна без больших временных и материальных затрат.

Вторая система представлена разработчиком компанией ООО «Стройэнерго» [52] и производителем интегрированных систем автоматизации судов. Предлагаемые компанией интегрированные системы реализуют следующие функции: автоматизированное управление главной энергетической установкой, управление электростанцией, механизмами и системами машинного отделения, управление техническими средствами грузовых систем танкеров и химовозов, контроль параметров и аварийно-предупредительная сигнализация. Производимые компанией системы полностью отвечают требованиям, предъявляемым классификационными обществами к судам с безвахтенным обслуживанием.

Системы компании относятся к свободно конфигурируемым системам, построенным на базе современных контроллеров семейства Advant AC31, AC500, AC800 и персональных компьютеров последнего поколения. Контроллеры Advant имеют типовое одобрение ведущих классификационных морских обществ – BV, DNV, EL, GL, PMPC. На базе технологических контроллеров системы Advant компания создаёт как распределенные, так и централизованные автоматизированные системы управления.

Использование различных типов операторских станций позволяет использовать различные интерфейсы управления и контроля от простейших, реализуемых на жидкокристаллических панелях с текстовым представлением информации, до сколь угодно сложных, реализуемых на современных персональных компьютерах с графическим представлением информации в среде Windows.

Независимо от конфигурации и типа операторского интерфейса судовые системы производства компании способны выполнять полный набор функций по управлению и контролю всем спектром судового оборудования.

Системами автоматизации компании ООО «Стройэнерго» оснащены танкеры «Philipp Essberger» и «Georg Essberger», сухогрузные суда серии «Валдай» и «Русич».

Компания Wartsila [53] предлагает свою первую интегрированную систему под названием центр коммуникации и контроля (Wartsila Communication and Control Centre – Wartsila 3C), которая позволяет осуществлять управление всеми системами, оборудованием и механизмами судна (двигателями, автоматикой, силовой установкой и прочее) через общий интерфейс.

Такое техническое решение позволяет повысить эффективность управления судном и скорость реагирования на изменение ситуации, упростить управление судном и повысить безопасность судоходства.

Wartsila 3С позиционируется как «нервная система» судна, которая способна упростить операции управления. Кроме того, она содержит дополнительные функции, повышает эффективность энергосистемы и увеличивает ее жизненный цикл.

Из рассмотренного следует, что главной тенденцией автоматизации систем управления судна является их интеграция в единую систему, что позволяет одному человеку управлять судном с ходового мостика. Более того, прослеживается тенденция замены многочисленных постов управления каждой из подсистем приборного типа одним универсальным интерфейсом на базе компьютерного дисплея.

3.1.2 Структура интегрированной системы судна

ИСС является многоконтурной системой и включает набор подсистем, осуществляющих сбор и обработку информации о состоянии управляемых судовых объектов и внешней среды, а также выработку решений о воздействии на объекты и их исполнение.

В морском флоте детальнее всего разработанными и экономически обоснованными являются автоматизированные системы обслуживания и регулирования параметров судовой энергетической установки, главных и вспомогательных двигателей, различных судовых устройств и систем.

В области судовождения детальнее разработанными являются процессы определения местоположения и скорости судна по данным различных навигационных систем, стабилизации судна на заданных курсе и маршруте, получения, обработки и индикации радиолокационной информации о параметрах движения встречных судов и ситуациях сближения с ними, управления средствами радиосвязи. Созданы навигационные комплексы, которые успешно решают эти задачи, устанавливаются на пассажирских лайнерах и крупнотоннажных грузовых судах.

Другие судовые процессы также автоматизируются по мере разработки алгоритмов решения задач их автоматизации.

На рисунке 3.2 представлена структура интегрированной системы автоматизации судна. Некоторые из систем, входящих в интегрированную систему судна, ниже будут рассмотрены отдельно.

Интегрированная система управления в терминах системного анализа является сложной, которая характеризуется большим числом качественно разных компонентов и взаимосвязей между ними. Компоненты могут обладать свойством нелинейности, взаимосвязи могут быть перекрестными, множественными, структура системы построена по иерархическому принципу.

Это означает, что она может быть разделена на более простые системы. Структуризация ИСУ – это разделение ее на подсистемы с установлением для каждой из них задач и связей с другими подсистемами (входные и выходные величины).



Рисунок 3.2 – Структура интегрированной системы судна

Соответственно, разделение задачи системы на более простые с установлением между ними связей носит название декомпозиции. Процесс разделения продолжают, пока есть смысл производить дальнейшее деление. Такой декомпозиции соответствует иерархическая организация ИСУ, при которой компоненты системы распределены по уровням, и вся система имеет многоуровневый, многоступенчатый характер, но обладает в то же время свойством целостности.

Подсистема в такой ИСУ, с одной стороны, является командной (управляющей) для подсистем соседнего нижнего уровня, а, с другой, – подчиненной (управляемой) по отношению к подсистеме соседнего верхнего уровня. На рисунке 3.3 показана схема иерархической структуры бортовой автоматизированной системы контроля мореходности.



Рисунок 3.3 – Структура бортовой автоматизированной системы контроля мореходности

Следует отметить, что бортовая автоматизированная система контроля мореходности включает четыре подсистемы – текущая оценки мореходности, прогноз мореходности, оптимизация мореходности и обеспечение безопасности. Эти подсистемы относятся к одному уровню, который является нижним по отношению к уровню системы контроля мореходности. В свою очередь, подсистема текущей оценки мореходности состоит из трёх модулей мониторинга и анализа: движение корпуса судна, нагрузка на корпус судна и нагрузка на главный двигатель.

Связи между подсистемами одного уровня, называемые горизонтальными, не показаны, хотя в общем случае они могут иметь место (рис. 3.3). Связи между подсистемами разных уровней называют вертикальными. Их разделяют на прямые (командные), идущие сверху вниз, и обратные (отчетные), идущие снизу вверх. В ряде ИСУ действует принцип субординации. Он направлен на уменьшение вертикальных связей в ИСУ и разрешает их устанавливать только непосредственно между управляющей и управляемой подсистемами на соседних уровнях.

Исследование сложных систем осуществляют методом системного анализа, основные этапы которого – постановка задачи, структуризация системы, построение и исследование ее математической модели.

Постановка задачи – один из наиболее ответственных этапов, который требует от специалиста-системотехника глубокого понимания целей автоматизации, особенностей объекта управления. На этом этапе формулируют цели системы, функции достижения цели, критерии эффективности, ограничения на процесс управления, имеющиеся ресурсы.

Структуризация заключается в разделении системы на компоненты в соответствии с постановкой задачи. Завершается этап структуризации определением входных и выходных величин подсистем, установлением связей между ними, между ИСУ и оператором, внешних связей ИСУ, с целью достижения эффективного управления.

Построение модели состоит в получении математического описания системы, позволяющего производить ее анализ и синтез. Попытки описания ИСУ одной «общей» моделью, составленной из моделей всех подсистем, несостоятельны [54].

В ряде случаев общую модель ИСУ вообще невозможно получить, в других случаях она оказывается чрезвычайно сложной, так как в нее включаются параметры и связи подсистем всех уровней. Однако главное заключается в том, что такую модель очень сложно использовать для нахождения решений.

Поэтому эффективная модель ИСУ должна представлять собой многоуровневое математическое описание, включающее комплекс моделей локальных подсистем разных уровней, выделяемых в ИСУ. Эти модели подсистем называют стратами, а представление ИСУ с их помощью – стратифицированным описанием. Число страт нижнего уровня в модели ИСУ всегда больше, чем страт высшего уровня. Преимущества стратифицированного описания заключаются в

простоте анализа ИСУ, ее подсистем, синтеза их алгоритмов, а также в корректном учете влияющих на работу ИСУ многочисленных факторов.

Страта отражает только существенные для своей локальной подсистемы параметры, свойства и связи. Поэтому каждая из страт, даже самого верхнего уровня, значительно проще «общей» модели ИСУ и обеспечивает возможность более простого анализа и выработки управляющих воздействий.

Одним из наиболее важных требований к Интегрированным Автоматизированным Системам Управления является открытость. Она заключается в возможности расширения системы за счёт подключения дополнительного оборудования и организации его работы в составе ИСАУ. Это требование определяет способность ИСАУ к расширению функций и модернизации. Открытость систем обеспечивают единой цифровой основой аппаратуры, стандартизацией оборудования, интерфейсов, рациональными методами интеграции.

Единая цифровая основа означает, что все части ИСАУ должны управляться микропроцессорными устройствами, преобразовывать данные и передавать их в цифровой форме. Это позволяет более просто и надежно организовывать информационное взаимодействие между подсистемами ИСАУ, а также между ней и другими системами. ИСАУ в этом случае легко конфигурируются объединением ее частей в информационную сеть.

Отметим, что в качестве микропроцессорных устройств в распределённых автоматизированных системах управления чаще всего используют стандартные персональные компьютеры и управляющие микроконтроллеры. При этом персональные компьютеры используют на верхних уровнях систем управления для заключительных этапов обработки информации и организации визуального графического интерфейса оператора. Низкоуровневые операции – сбор и предварительная обработка информации – целесообразно производить с использованием микроконтроллеров.

Совместимость частей ИСАУ обеспечивают путём стандартизации оборудования. Различают конструктивную, информационную, программную, метрологическую и энергетическую совместимость аппаратуры [48].

Конструктивная совместимость предполагает согласованность конструктивных параметров частей ИСАУ, позволяющая соединять функциональные устройства в единое целое.

Информационная совместимость определяется одинаковыми способами обмена данными между подсистемами. Программная совместимость означает возможность взаимосвязанной работы программ подсистем в рамках единой системы.

Метрологическая совместимость предполагает согласованность единиц измерения данных, которыми обмениваются части ИСАУ.

Энергетическая совместимость обеспечивается единой системой электропитания компонентов ИСАУ.

Автоматизацию судовых процессов на базе микропроцессорных устройств производили поэтапно. Вначале автоматизировали простейшие операции, затем создавали подсистемы управления техническими средствами для

выполнения определенных функций, функционально-ориентированные подсистемы, например, система управления судном по курсу. Затем функционально ориентированные подсистемы интегрировали в системы для решения более сложных задач. В свою очередь, полученные интегрированные системы объединяли в проблемно-ориентированные управляющие системы более высокого уровня.

При магистрально-модульном подходе отдельные части объединяют в ИСАУ путем подсоединения микропроцессорных устройств, управляющих этими частями, к коммуникационной среде в виде магистрального канала. В небольших по размерам сетях, в том числе, судовых, для обеспечения взаимодействия отдельных микропроцессорных устройств обычно используют один магистральный канал (моноканал), замкнутый в виде петли (кольца), в котором циркулирует информация. Приборы подключения микропроцессорных, компьютерных систем к каналу называются блоками доступа к нему, либо интерфейсными устройствами.

При использовании модульно-иерархического метода модули ИСАУ располагают по уровням их значимости. Модули нижнего уровня иерархии обеспечивают решение узких задач, модули более высоких уровней – задач более сложных, которые включают функции управления и коррекции работы модулей низшего уровня [54].

Подсистемы верхнего уровня решают задачи, связанные с определением целесообразного поведения, с перспективным планированием, с выработкой стратегий. Задача подсистем нижнего уровня заключается в регулировании под управлением вышестоящих подсистем. Совокупность целей подсистем одного уровня должна обеспечивать выполнение цели подсистемы соседнего верхнего уровня, которой они подчинены.

Значимость команды подсистемы верхнего уровня выше команды подсистемы нижнего ранга. Это определяется большей продуктивностью цели первой подсистемы. Значимость команды характеризуется и ценой ошибки в принятии решения. Ошибка на верхнем уровне приводит к более серьезным последствиям и к большим непроизводительным затратам, чем ошибка на нижнем уровне.

Количество команд на нижних уровнях больше, чем на верхнем. При движении командной информации «вниз» подсистемы обычно выступают, как генераторы дополнительных, конкретизирующих команд.

Действия подсистем верхнего уровня зависят от фактического исполнения нижними подсистемами своих функций. Поэтому последние должны информировать свою командную подсистему о ходе выполнения ими поставленных задач. «Наверх» должны передаваться не все отчетные данные нижних подсистем, а только существенные концентрированные сведения, необходимые верхней подсистеме для выполнения ее задачи. Отчетная информация при движении «вверх» должна агрегироваться. Под агрегацией

понимается процесс обобщения и выделения данных из первичного множества с целью формирования групповых концентрированных характеристик, отражающих существенные признаки его поведения и состояния. Интегрирование проводится как по времени, так и по множествам отчетных данных нижних подсистем. В результате при движении «наверх» от уровня к уровню отчетной информации в ИСУ становится меньше, но значимость ее возрастает.

Решение простой задачи занимает меньше времени, чем сложной. Кроме того, перед подачей команды управления обычно необходимо оценить результат выполнения предыдущего указания. Поэтому продолжительность периода принятия решений растет при повышении уровня иерархии в ИСУ. В результате подсистемы верхних уровней имеют дело с более медленными аспектами поведения ИСУ, чем подсистемы нижних уровней.

Далее, в соответствии с иерархической структурой интегрированной системы судна, выделим из неё центральную составляющую – интегрированную систему ходового мостика, – и рассмотрим её более детально.

3.2 Интегрированная система ходового мостика

Интегрированная система ходового мостика (Integrated Bridge System) – это состоящий из подсистем 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, уровня компетентности вахты на мостике квалифицированным персоналом.

ИСМ является главной в интегрированной системе судна и выполняет роль управляющего центра ИСС. Состав типового интегрированного мостика представлен на рисунке 3.4.

Назначение ИСМ заключается в следующем:

- повышение эффективности управления судном;
- уменьшение количества персонала, несущего ходовую вахту;
- сокращение затрат на техническое оснащение ходового мостика;
- осуществление судовождения и обеспечение навигационной безопасности плавания;
- управление, в том числе, с помощью графического пользовательского интерфейса, отдельными системами и устройствами судна;
- управление средствами судовой связи, в том числе, ГМССБ радиосвязи;
- сбор и обработка информации от технических средств судна;

- создание на основе собранной информации единого информационного поля данных;
- распределение информации и её вывод на средства отображения для обеспечения выполнения должностными лицами своих функциональных обязанностей [55].

Внешний вид двух вариантов ИСМ производства ЗАО «Морские навигационные системы» («МНС») представлен на рисунке 3.5. Внешний вид ИСМ в интерьере ходового мостика показан на рисунке 3.6.

Все ИСМ ЗАО «МНС», предназначенные для установки на пассажирских, коммерческих судах, и судах специального назначения, удовлетворяют требованиям различных классификационных обществ, таких как РМРС, DNV, Germanischer Lloyd, Lloyd Register, а также требованиям Российских ГОСТ серии РВ.

Установка ИСМ на судне позволяет обеспечить качественно новое управление за счёт следующих особенностей:

- представление информации в комплексном виде на экране многофункционального дисплея, удобном для работы оператора;
- обеспечение навигационной безопасности судовождения за счёт автоматической оценки навигационных опасностей в районе плавания с выдачей предупредительных сигналов при появлении опасностей в заданной охранной зоне;
- представление информации по аварийным ситуациям;
- отображение информации о ближней морской обстановке;
- обеспечение различных видов внутренней и внешней связи;
- комфортность работы личного состава.

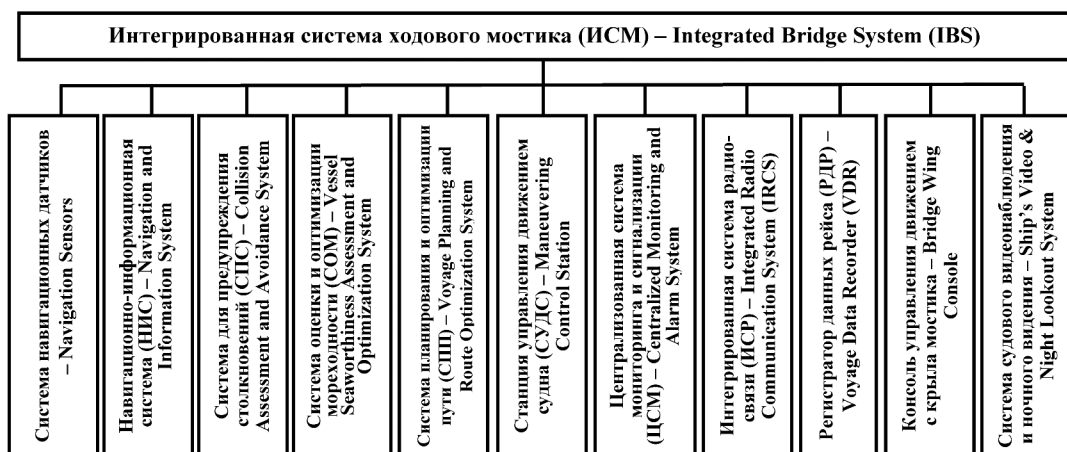
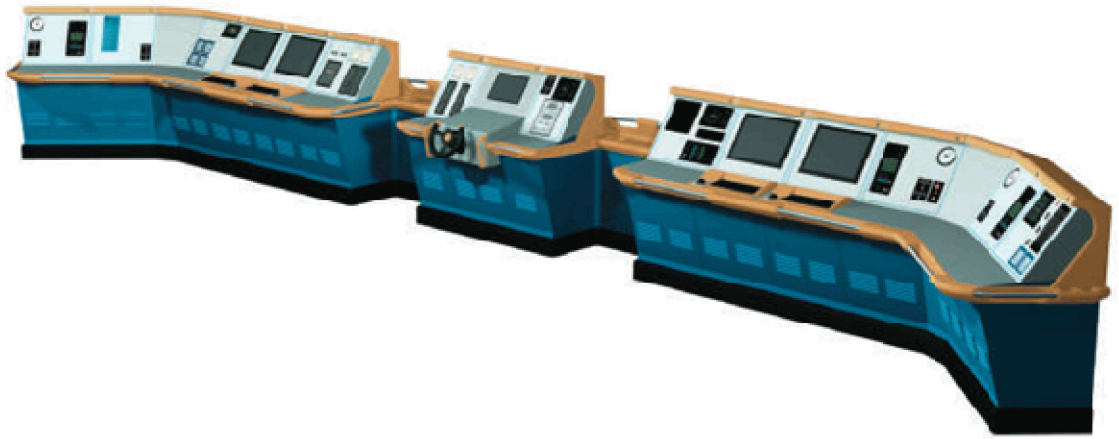


Рисунок 3.4 – Структура интегрированной системы ходового мостика

1



2



Рисунок 3.5 – Внешний вид двух вариантов (1, 2) ИСМ фирмы ЗАО «МНС»



Рисунок 3.6 – Внешний вид ИСМ ЗАО «МНС» в интерьере ходового мостика

Типовая ИСМ, помимо multifunctional дисплея, содержит также вычислительные средства, систему электропитания, включая блок бесперебойного питания, терминальные устройства судовых комплексов и систем, встраиваемых в пультовые секции.

ИСМ информационно и конструктивно сочетается с различными судовыми системами, в том числе с:

- навигационными радиолокационными станциями;
- системой аварийных машинных телеграфов;
- навигационным комплексом;
- системой автоматизированной радиолокационной прокладки;
- оптико-электронными визирами;
- электронной навигационно-информационной системой;
- гидроакустическими системами;
- комплексной системой управления техническими средствами;
- комплексом гидрометеорообстановки;
- судовой АТС;
- автоматизированным комплексом связи.

Интегрированная мостиковая система управления имеет высокую степень интеграции и отвечает основным требованиям системного подхода, обеспечивающего получение положительного качества системы, недостижимого при традиционном размещении на мостике простой совокупности средств и органов управления.

ИСМ отображает следующие основные параметры и информацию:

- первичную и вторичную радиолокационную информацию;
- планшет САРП;
- навигационные параметры (время, координаты с оценкой точности, курс, путевой угол, скорость, глубина под килем, параметры качки);
- электронную навигационную морскую карту с траекторией судна;
- телевизионное изображение окружающей обстановки и внутри помещений судна;
- первичную и вторичную информацию о ближней подводной обстановке от гидроакустической станции;
- гидрометеорологические параметры;
- состояние главных двигателей и вспомогательных устройств;
- длину вытравленной якорной цепи;
- состояние сигнально-отличительных огней;
- сигнализацию (пожарную, о поступлении воды, охранную).

ИСМ включает также программное обеспечение, средства индикации и управления, каналы сопряжения с системами, устройствами и изделиями, взаимодействующими с ИСМ, а также аппаратуру локальной системы обмена данными.

ИСМ обеспечивает стыковку с другими комплектующими судно автоматизированными системами. Программное обеспечение ИСМ строится по модульному принципу и разрабатывается с учётом возможности его последующей модернизации.

Создание ИСМ – не просто физическое объединение многочисленных аппаратных средств, датчиков, ПО в единый пульт. Основными принципами построения ИСМ является функциональная интеграция, позволяющая должностным лицам выполнять задачи на специально созданных автоматизированных рабочих местах.

Интегрированная мостиковая система соответствует международным требованиям, предъявляемым к оборудованию подобного типа – IMO A.694, IMO MSC 86(70), IMO A830(19), IEC61209 (ИСМ), IEC 60945, а также требованиям, предъявляемым к входящим в ее структуру подсистемам – радарам – IEC 60936, ЭКНИС – IMO A.817(19), системе управления по траектории – IEC 60265, стандартам ISO 9001, ISO 9002, ISO 9003 IEC 61924, а также эксплуатационным стандартам для интегрированных мостиковых систем (Резолюции 64, 67), принятым в 1996 г. Международной Морской Организацией [55].

Далее рассмотрим систему навигационных датчиков, которая необходима для работы навигационно-информационной системы ходового мостика.

3.2.1 Датчики и навигационно-информационная система

С точки зрения автоматики датчик – это первичный преобразователь измеряемой физической величины в измерительный сигнал – электрический или пневматический. Главным его компонентом является чувствительный элемент.

В то же время современный навигационный датчик – это сложная система, которая может объединять электрические, электронные, механические и другие компоненты в единой конструкции для достижения заданных функциональных свойств.

Помимо чувствительного элемента так называемый интеллектуальный датчик может содержать набор электронных устройств, – как аналоговых в виде усилителей, ограничителей сигнала, фильтров, так и цифровых в виде микроконтроллера со встроенными входными аналого-цифровыми и выходными цифро-аналоговыми преобразователями, интерфейса для дистанционной передачи сигнала в измерительную систему в цифровой или аналоговой форме, а также дистанционного приёма команд оператора.

Навигационный датчик одновременно может рассматриваться, как навигационная система в зависимости от функциональных возможностей.

Перспективным направлением развития навигационных датчиков является разработка датчиков на принципиально новых эффектах. Лазерные измерительные системы, в том числе, лазерные оптико-волоконные гироскопы, а также вибрационные гироскопы, миниатюрные акселерометры вошли в число промышленно-выпускаемых приборов сравнительно недавно, но благодаря им открылись совершенно новые перспективы развития навигационных систем.

Однако, не менее интересным направлением развития является совместное использование уже известных приборов в таких комбинациях и в таких условиях, которые могут создать сверхсуммационный эффект (синергизм). Такие комбинированные приборы могут оказаться существенно более точными, надёжными и универсальными, чем каждый исходный в отдельности.

Независимо от принципа действия и конструктивных особенностей с функциональной точки зрения навигационные датчики служат для получения информации, необходимой для проводки судна из порта отхода в порт назначения. Поэтому все суда должны быть оборудованы набором навигационных датчиков, перечень которых представлен на рисунке 3.7 [57]. Представленная схема подчёркивает равнозначность всех датчиков в навигационной системе, которые дополняют друг друга своими функциональными свойствами. При этом один и тот же датчик может передавать информацию в нескольких различных навигационных системах.

Совместное преобразование информации, получаемой от различных навигационных систем, обеспечивающее в конечном счете определение координат места судна с минимальным значением средней квадратической погрешности, называется комплексированием.

Характер погрешностей измерений навигационных параметров по этим системам различен и меняется в зависимости от местоположения судна, времени суток и других факторов. Точность и надежность определения координат места судна могут быть улучшены в результате совместного использования навигационных систем.

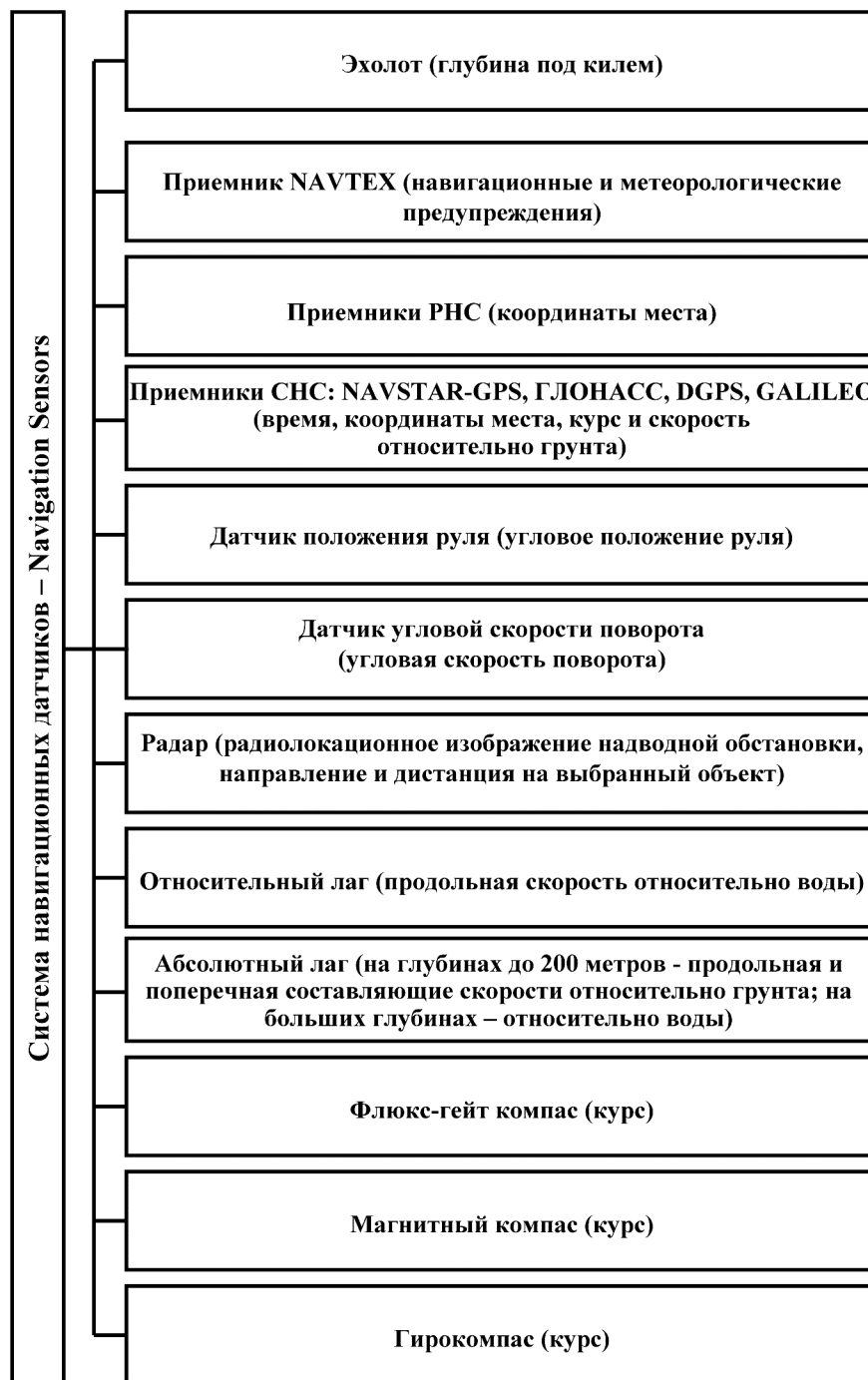


Рисунок 3.7 – Система навигационных датчиков

Наиболее часто совместно используют спутниковые, фазовые и фазово-импульсные РНС, которые, несмотря на воздействие широкополосных помех, имеют хорошую долговременную стабильность навигационного параметра, и автономные навигационные системы (лаг, гирокомпас), погрешности которых накапливаются в зависимости от времени плавания, а сигналы, соответствующие навигационному параметру, имеют хорошую кратковременную стабильность.

Это обстоятельство позволяет получать наибольший эффект от комплексирования, так как навигационные системы имеют различные частотные характеристики погрешностей. Так, погрешности фазовых, фазово-импульсных и спутниковых РНС – высокочастотные, а автономных систем (лаг, гирокомпас) – низкочастотные. Совместное использование этих систем позволяет, сохраняя достоинства каждой из них в отдельности, повысить точность и надежность определения места судна.

Комплексирование навигационных измерений возможно лишь в том случае, если различные навигационные системы объединены, а автоматизированный навигационный комплекс разработан с использованием микропроцессорной обработки информации. Обработка навигационных измерений в автоматизированном комплексе включает несколько задач, среди которых наиболее сложной является фильтрация – выделение полезного сигнала из смеси этого сигнала со случайной помехой. Все навигационные измерения и их погрешности рассматриваются при этом, как случайные функции времени с известными статистическими характеристиками.

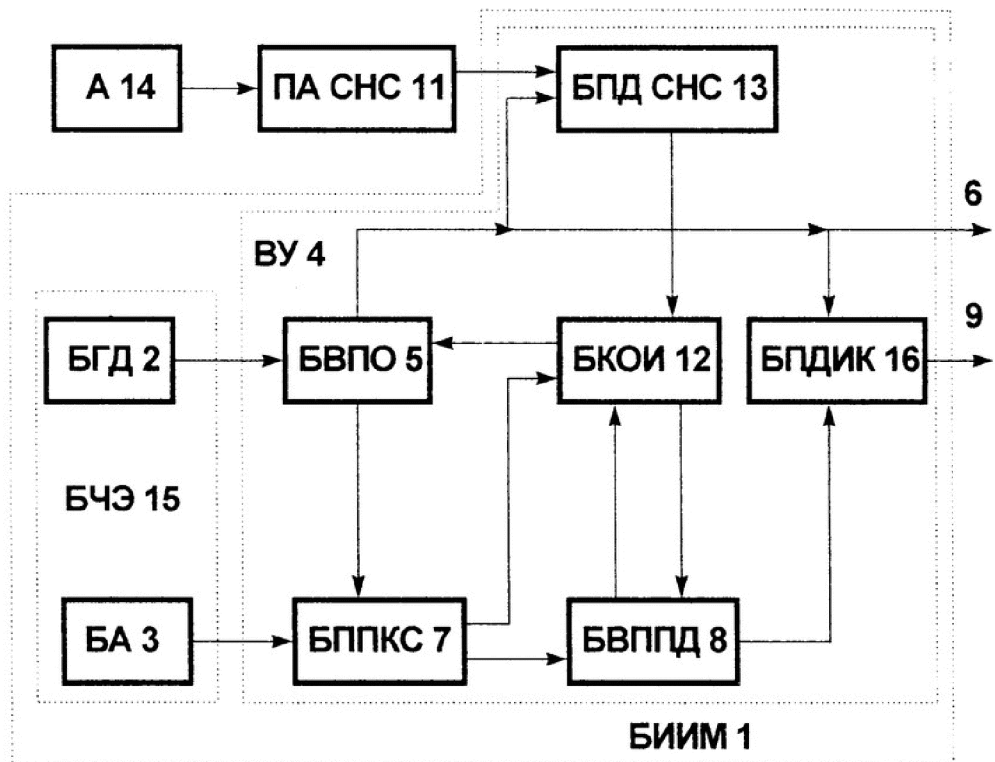
Современные интегрированные комплексы для обеспечения навигационной безопасности судовождения развиваются в направлении повышения точности и надежности поддержания курса, а также снижения массогабаритных характеристик и стоимости.

Одним из таких путей является исключение из состава комплекса гирокомпаса. Предлагается применение интегрированных комплексов, реализованных на базе бескарданных инерциальных навигационных систем и приемной аппаратуры спутниковой навигационной системы [58, 59]. Главным недостатком таких схем построения является их высокая стоимость. Это вызвано высокими требованиями к точности чувствительных элементов и, в основном, к точности используемых гироскопов, так как для придания БИНС гирокомпасных свойств необходима точность порядка $0,1...0,01$ град./час, что сдерживает применение на морских судах интегрированных комплексов на базе БИНС.

Модуляционные повороты блока чувствительных элементов в плоскости палубы, в принципе, придают блоку инерциальных измерительных модулей избирательность по курсу с приемлемой точностью, однако требуют сложной аппаратуры, что негативно отражается на массогабаритных характеристиках и стоимости. При этом длительность переходного процесса, определяемая временем оценки постоянных составляющих дрейфов гироскопов БИИМ, достаточно значительна и может составлять $1,5-2,0$ час при уровне постоянных составляющих дрейфов 10^{-2} град./с.

Для устранения этих недостатков и получения аналогичного эффекта с одновременным уменьшением времени переходного процесса авторы изобретения [60] предлагают, вопреки существующей морской практике, в соответствии с которой ГК стремятся устанавливать вблизи центров масс судна [51], БЧЭ и приемную антенну СНС устанавливать на удалении не менее 5... 10 м от центра масс судна, что позволяет осуществить модуляцию погрешностей «грубых» гироскопов в условиях «рыскания» судна. Для реализации положительного эффекта, обусловленного удалением БЧЭ от центра масс судна, в устройство дополнительно введен Блок пересчета данных интегрированного комплекса от места установки БЧЭ к центру масс судна.

Функциональная схема комплекса для навигации и управления морскими судами, построенная по этому принципу, представлена на рисунке 3.8.



- А – антенна;
 БПД – блок преобразования данных;
 ВУ – вычислительное устройство;
 БВПО – блок выработки параметров ориентации;
 БКОИ – блок комплексной обработки информации;
 БА – блок акселерометров;
 БПКС – блок преобразования приращений кажущейся скорости;
 БВППД – блок выработки параметров поступательного движения

Рисунок 3.8 – Функциональная схема комплекса для навигации и управления морскими судами

Результаты численного моделирования изменения погрешностей интегрированного комплекса по курсу, представленные на рисунке 3.9, подтверждают, что при наличии «рыскания» интегрированный комплекс обладает гирокомпасным эффектом.

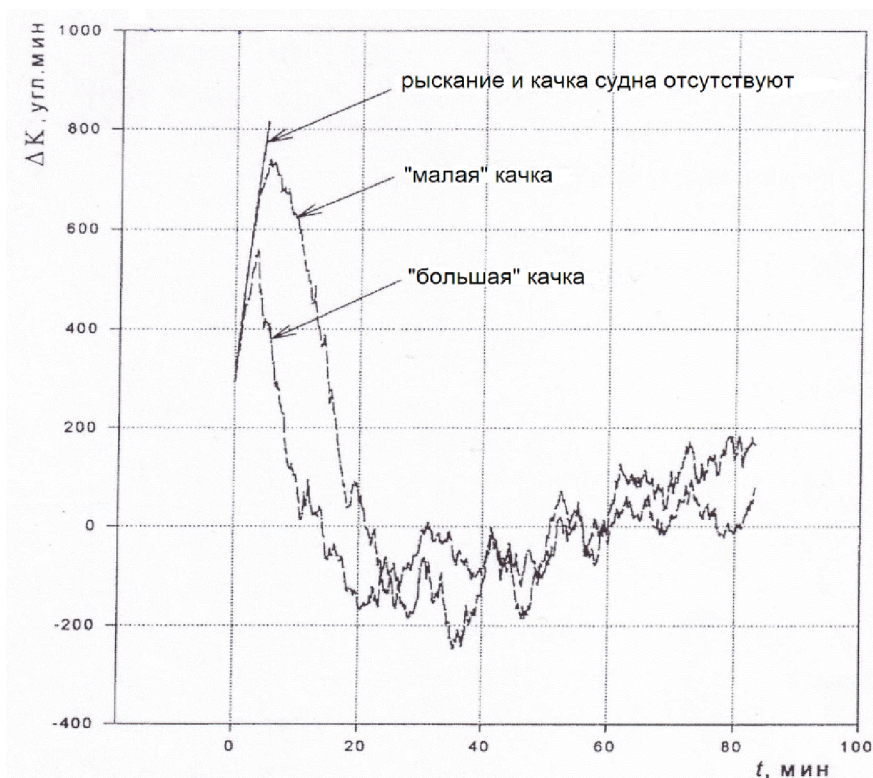


Рисунок 3.9 – Изменение погрешностей интегрированного комплекса по курсу и времени

Представленные результаты численного моделирования изменения погрешностей интегрированного комплекса по курсу подтверждают, что при наличии «рыскания» судна предлагаемый интегрированный комплекс обладает необходимым гирокомпасным эффектом.

Рассмотренный выше пример показывает, какими неординарными способами разработчикам зачастую приходится добиваться совмещения в новых системах противоречивых свойств, в данном случае – резкого уменьшения массы и габаритов и повышения экономичности за счёт исключения ГК и повышения чувствительности замещающей его БИНС. Описываемый комплекс востребован и как самостоятельная система, и в качестве одного из датчиков навигационно-информационной системы.

Особенностью НИС является то, что развитие этих систем происходит одновременно в двух направлениях – как навигационных (изначально), так и информационных систем. Под информационным направлением развития понимают, в первую очередь, создание систем принятия решений на базе экспертных систем, работающих с базами знаний.

Кроме того, на основе навигационных систем происходит создание нового перспективного направления – интегрированных систем ориентации и навигации, как единых общесудовых систем навигации и стабилизации [61–63].

Под ИСОН понимают системы, предназначенные для интеграции информационного обеспечения задач навигации, управления движением, начальной выставки, калибровки и стабилизации бортовых систем различных судовых потребителей, и содержащие БИИМ, информационно-интегрированные с приемной аппаратурой СНС GPS/НАВСТАР и/или ГЛОНАСС и электронными картографическими навигационно-информационными системами.

Принципиальной особенностью ИСОН является более глубокая интеграция данных инерциального модуля, ПА СНС и ЭКНИС по сравнению с обменом информацией для стандартного навигационного оборудования морских объектов [64].

Необходимость в развитии этого направления заключается в следующем.

Реализация навигационных параметров на морских судах базируется, в основном, на использовании метода счисления пути по данным различных лагов и гиросуказателей: ГК и гиригоризонтальный компас. Информация от радиотехнических средств, а именно: радионавигационных систем наземного базирования, СНС и навигационных РЛС используется для периодической или квазинепрерывной коррекции счисляемых координат места.

Однако, ужесточение требований со стороны потребителей навигационной информации по точности и формату данных, необходимость существенно повысить информационную автономность контура навигации судов в условиях естественных и искусственных радиопомех при одновременном снижении его массогабаритных характеристик, энергопотребления и стоимости, привели к необходимости поиска новых решений. Сравнительный анализ различных структур построения контура навигации надводных судов по критерию эффективности, учитывающему требования по точности и информационной автономности при обеспечении высоких эксплуатационных характеристик (надежность, время готовности при запуске из «холодного состояния», возможность ремонта и технического обслуживания персоналом и ограничения по массогабаритным характеристикам и стоимость), показал [63–65], что информационную основу перспективного навигационного обеспечения судов должны составлять БИНС или БИИМ средней точности.

В подтверждение этого приводятся результаты анализа точности выработки навигационных и динамических параметров движения морских подвижных объектов ИСОН, построенных на базе БИИМ на электростатических, лазерных и волоконно-оптических гироскопах, а также безгироскопных БИИМ на угловых акселерометрах. Для каждой из рассматриваемых ИСОН построена математическая модель и аналитические выражения для погрешностей, получены результаты численного моделирования погрешностей, изложены современное состояние и проблемы разработки основных модулей ИСОН: чувствительных элементов БИИМ, ПА СНС и ЭКНИС, а также определены современные требования и состав ИСОН для морских судов различных классов.

На рисунке 3.10 показан один из вариантов структурной схемы судовой ИСОН.

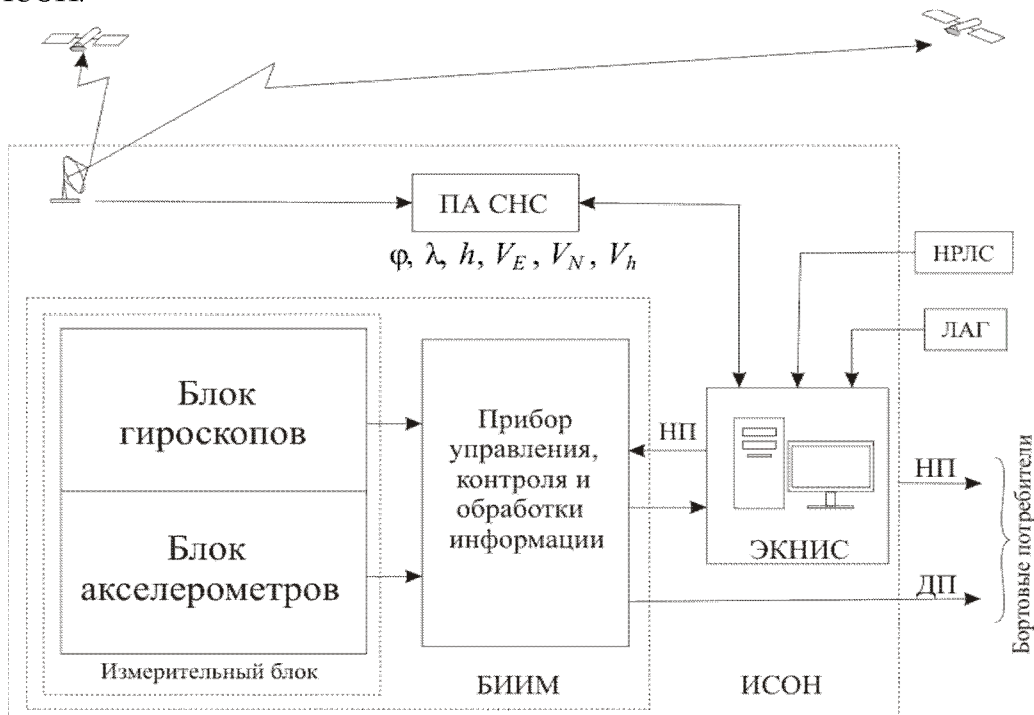


Рисунок 3.10 – Структурная схема судовой ИСОН

Однако охарактеризованная выше ИСОН в настоящее время имеет большее отношение к военно-морскому флоту, являясь для торгового, скорее, перспективой развития. ИСОН представляет собой, по существу, хорошо развитую навигационную часть НИС, которая обладает существенно лучшими точностными и эксплуатационными характеристиками, и свободна от недостатков использования традиционных ГК. Однако переход НИС на бескарданную основу требует финансовых затрат, поэтому такой переход произойдет только тогда, когда этого потребуют от судовладельца постоянно растущие требования конкурентоспособности, безопасности и энергоэффективности.

Мировые тенденции развития в направлении роста степени интеграции НИС позволяют существенно повысить навигационную безопасность плавания, качество управления судном, минимизировать влияние «человеческого фактора», сократить численность экипажа, и при этом снизить нагрузки на экипаж.

Примером интеграции на базе технологии электронной картографии, информации радиолокационных, радионавигационных спутниковых систем определения места судна, систем курсоуказания, измерения скорости и глубины является интегрированная автоматизированная навигационная система «Созвездие», созданная ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор» совместно с ЗАО «Транзас Консалтинг» [66].

ИАНС вырабатывает, отображает и выдает потребителям навигационные и динамические параметры для обеспечения безопасности плавания, управления движением и позиционированием судна. Такими системами оборудуют гидрографические, транспортные, рыболовные суда, трубо- и кабелеукладчики, танкеры, вспомогательные суда для морских газонефтепромыслов, суда-спасатели, суда геологоразведки, в том числе, арктического плавания.

Развитием ИАНС «Созвездие» является разрабатываемая в настоящее время базовая информационно-интегрированная распределенная система средств навигации, управления движением, связи и автоматизации технических средств морских транспортных судов различного назначения «АСУ-широта». Разработка навигационного контура ИИРС ведется с учетом концепции Е-Навигации, разработанной Международной Морской Организацией .

3.2.2 Перспективы развития ЭКНИС

Системы на базе ЭКНИС развиваются в направлении наращивания степени интеграции и роста мощности информационной поддержки, роста количества различных баз данных и скорости обмена данными в режиме реального времени через современные коммуникационные системы [67].

Компания ЗАО «Транзас Консалтинг» вышла на одну из лидирующих в мире позиций по производству электронно-картографических информационных навигационных систем, морских тренажеров, систем расчета остойчивости, непотопляемости и прочности судна, систем борьбы с разливом нефти, основанных на электронной картографии, систем управления движением судов. В апреле 1998 года компанией ЗАО «Транзас Консалтинг» получен первый в мире сертификат на ЭКНИС. После климатических, стендовых и морских испытаний Российская Морская Администрация и Российский Морской Регистр Судоходства выдали компании соответствующие сертификаты.

В 1995 году была создана рабочая группа Международной Электротехнической Комиссии по Интегрированным Навигационным Системам, в работе которой компания ЗАО «Транзас Консалтинг» принимает активное участие. Первый проект стандарта по ИНС был рассмотрен в июле 1998 года. В существующем проекте стандарта одним из основных требований было обеспечение поддержки принятия решений по управлению судном.

Компания ЗАО «Транзас Консалтинг» занимается разработкой перспективной интегрированной информационной навигационной системы, одной из основных функций которой является обеспечение поддержки принятия решений для капитана.

Первое и очень мощное средство, позволяющее существенно обогатить состав функций системы – это подключение различного рода баз данных. Электронные карты должны поставлять для системы ЭКНИС национальные гидрографические общества, но переход от бумажных карт к электронным

требует времени. Исходя из этого компания ЗАО «Транзас Консалтинг» начала производить собственные неэквивалентные электронные карты, которые являются вспомогательными и могут использоваться только вместе с бумажными картами. За это время создана уникальная база данных, на которой можно отрабатывать электронную динамическую навигацию. Создание базы данных заняло у компании около миллиона человеко-часов.

На момент публикации в коллекции компании было 4 800 полноценных электронных карт, которые состоят из 100 миллионов точек, формирующих линейные объекты, 8 миллионов глубин, 90 тысяч маяков, 190 тысяч буев. Кроме того, к системе подключены база данных по приливоотливным течениям (60 тысяч часовых векторов), глобальная база данных по поверхностным течениям (480 тысяч месячных векторов), глобальная база данных по уровням воды, которая рассчитывается по 11 гармоникам (более 6 тысяч пунктов), база данных по портам захода (все данные имеются в каталоге США Port Index – более 8 тысяч портов), и часть глобальной климатической базы данных (скорость и направление результирующего ветра – 450 тысяч векторов, скорость и направление преобладающего ветра – 450 тысяч векторов и средняя высота волны с обеспеченностью 50 % – 450 тысяч записей).

Планируется подключение глобальных климатических баз данных по розам ветров, атмосферному давлению, температуре воды и воздуха, повторяемости штормов и обледенению. В разработанной навигационной информационной системе есть не только возможность визуализации этих данных на электронной карте, но и использования их для расчета воздействия течений, ветра и волнения на конкретное судно с точки зрения потери скорости и опасных ситуаций.

Даже прогноз по температуре воды может быть использован для корректировки прогноза скорости конкретного судна, поскольку известно, что при высоких температурах приходится снижать обороты, что приводит к потере скорости. В будущем у штурмана будет возможность получения прогноза погоды на срок до 10 суток вперед (предположительно из Американского и/или Европейского центров погоды) для визуализации и расчетов планирования маршрутов.

Весьма интересные возможности открывает использование опции радарного процессора. Радар-процессор, разработанный компанией ЗАО «Транзас Консалтинг», отличается тем, что он устанавливается в стандартный маринизированный персональный компьютер. Главное состоит в том, что функциональные возможности процессора не ограничиваются наложением сырой радарной картинкой на карту, хотя система имеет и эту функцию.

Процессор имеет встроенную функцию целевыделения на 512 целей, работа которой не зависит от оператора. То есть, включил ли оператор отображение сырой радарной картинкой или нет, выбрал ли оператор опцию отображения вектора всех или выделенных им целей, в любом случае все цели до 512 включительно сопровождаются с момента их появления, и данные о них записываются на диск.

Кроме того, у оператора есть возможность отобразить только те радарные пятна, которые процессор считает целями, или отобразить сырую картинку, или пятна целей только в одном или нескольких окнах заданных размеров, что разгружает электронную карту от ненужной информации и, в то же время, позволяет иметь на экране сырое отображение двух характерных мысов в окнах. Причем оператор может выбрать прозрачность сырого радарного изображения на экране или в любом окне для обеспечения видимости элементов карты.

С помощью нетривиального программного обеспечения компании удалось упаковать сырую радарную картинку так, что с разрешением от 512 на 512 до 1024 на 1024 она записывается каждые три секунды (оборот антенны) в течение нескольких месяцев. Это способно совершить переворот в понимании принципов построения «черных ящиков».

Другой интересный опыт интеграции касается подключения в реальном масштабе времени системы НАВТЕКС. Фирменное программное обеспечение позволяет разобрать сообщение и выделить координаты (если таковые имеются в тексте сообщения) без участия оператора, по мере получения сразу отобразить на электронной карте и активизировать автоматические предупреждения при входе в полученные по НАВТЕКСу районы или при подходе к позиции источника сообщения с одиночными координатами. Используя соответствующую функцию, оператор может прочитать любое сообщение. Непрочитанные, новые сообщения наносятся на карту более ярко. Такая интеграция повышает оперативность отображения и автоматизации судовождения.

Достаточно мощно в системах компании реализована функция «Play-Back», которая позволяет записывать в сутки не только 24 часа рейса в соответствии с требованиями к ЭКНИС, но и весь рейс длительностью в несколько месяцев. При этом записи подлежат не только параметры судна, но и параметры всех захваченных целей.

Многие судовладельцы требуют от капитанов присылать им диски с треками и, проигрывая их на офисной системе, анализируют не только аварийные случаи, но и случаи опасных сближений, опасных маневров и опасных отклонений от маршрута в целях профилактики аварийных ситуаций. В настоящее время эту информацию записывают на жесткий диск компьютера, но компания ведет разработку твердотельного «чёрного ящика», который выдерживает высокую температуру и глубину погружения до 500 метров и исключает доступ членов экипажа для коррекции информации.

В настоящее время существуют два подхода к реализации «черного ящика». Первый – это сбор информации с различных независимых датчиков, а второй – сбор информации через систему ЭКНИС. Во втором случае «черный ящик» может стать «интеллектуальным». Например, если при нормальных условиях плавания записывать данные о судне необходимо один раз в минуту, то при срабатывании навигационной сигнализации об опасности начинают запись каждую секунду. То же самое с целями – например, при сближении можно начинать запись каждые три секунды.

В настоящее время для передачи данных на судно и с судна используют ИНМАРСАТ А, В или М. Однако, оборудование для этой системы дорогостоящее, скорость передачи низкая, а стоимость эфирного времени высокая. Такая глобальная система связи, как ИРИДИУМ, использующая низкоорбитальную группировку спутников, работает по принципу сотовой связи. Стоимость эфирного времени ниже и скорость передачи у этой системы значительно эффективнее. Поэтому на базе этой глобальной системы связи работает созданная компанией система корректуры электронных карт в режиме on-line.

Компания ЗАО «Транзас Консалтинг» готова передавать обработанные прогнозы погоды в цифровом виде для наложения на карту и анализа. Некоторые порты в США уже готовы передавать по запросу на суда такие динамические данные, как уровень воды и течение, что также повысит безопасность судоходства. Для передачи данных о судне в береговой офис компании или в морскую администрацию региона ЭКНИС будет использоваться, как интеллектуальный сенсор.

На берег, помимо стандартного сообщения о местоположении судна, может быть передан маршрут следования, время прихода в следующую точку и в порт назначения с учетом течений, ветра и волнения, что крайне важно для прогноза движения судна. При наличии сомнительных ситуаций (сигнализации по навигационным опасностям или опасном сближении с целью) может передаваться более подробная навигационная информация о судне и целях, вплоть до сырой радарной картинки, что представляет собой, по сути, удаленный интеллектуальный «черный ящик».

Если в штатных условиях эксплуатации судна достаточно передавать координаты судна с периодичностью один раз в час и/или в четыре часа, то при использовании ЭКНИС в качестве датчика вместе с очередными координатами можно передать очень сжатую хронологию движения судна и целей за период, прошедший с момента последнего сообщения. Вся информация о движении судна и целей в случае условий нормального плавания будет передаваться в компанию с некоторым опозданием, а в случае сомнительных ситуаций – немедленно, что является мощным средством контроля за судами со стороны судовладельцев и администраций.

Таким образом, путём использования современных коммуникационных систем может быть налажен двусторонний или многосторонний обмен в режиме реального времени для передачи важной динамической информации, что, несомненно, благоприятно повлияет на уровень безопасности судоходства.

ЭКНИС компании ЗАО «Транзас Консалтинг» [68] – одно из наиболее эффективных навигационных средств автоматизации процесса судовождения, которое обеспечивает штурмана полной информацией от всех подключенных навигационных датчиков на электронной карте. Совмещение всей информации на одном дисплее позволяет оценить обстановку и принять решение в кратчайшее время. Большое количество функциональных возможностей ЭКНИС позволяет существенно сэкономить ходовое время и эксплуатационные расходы.

Первый вариант ЭКНИС Navi-Sailor 3000 ECDIS-I предназначен для крупнотоннажного флота. С появлением этого программного продукта, выпущенного в конце 2001 года, начинается новое семейство ЭКС. В основу создания ЭКС 'Navi-Sailor 3000' положены требования ММО к интегрированным навигационным системам (IEC 61924).

Navi-Sailor 3000 может использоваться, как самостоятельная изолированная система, так и в составе ИНС. Navi-Sailor 3000 разработана в соответствии с требованиями Конвенции SOLAS и Резолюции ИМО, имеет сертификаты Российского Морского Регистра Судоходства, Российского Речного Регистра и Норвежского Сертификационного Общества DNV.

Navi-Sailor 3000 позволяет проводить различные операции с картами (автоматическая загрузка, масштабирование, включение–выключение различных слоев информации), осуществлять автоматическое ведение судового журнала, получать информацию по навигационным объектам, планировать переход, вести учет течений и погодных условий, включать тревожную сигнализацию, создавать планы поисково-спасательных операций, работать с оборудованием АИС, включать режим Истинного/Относительного движения.

Отличительными особенностями программного продукта Navi-Sailor 3000 по отношению к ЭКС семейства Navi-Sailor более ранних версий являются: возможность отображения двух картографических панелей в различных масштабах, в истинном или относительном движении и с различной ориентацией отображения (Север, Курс, Маршрут); принципиально новый и более удобный интерфейс с возможностью расположения любого информационного окна поверх поля карты, при этом можно отображать карту на весь экран; встроенный погодный модуль 'Weather Wizard'; более упрощенный доступ к функциям меню.

На рисунке 3.11 показана структура ЭКНИС Navi-Sailor 3000 с подключенными навигационными датчиками [69].

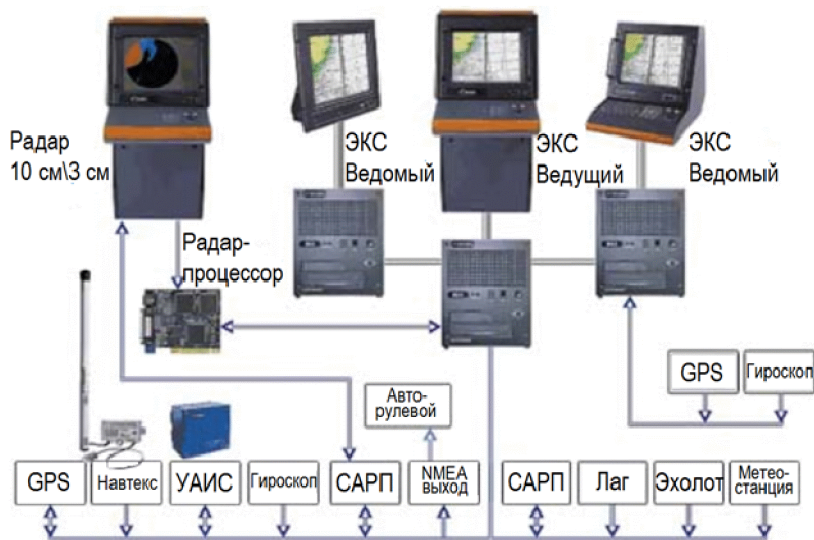


Рисунок 3.11 – Структура ЭКНИС Navi-Sailor 3000

Новая концепция продукта, произведенного компанией ЗАО «Транзас Консалтинг» – электронно-картографическая навигационная информационная система МФД Navi-Sailor 4000, которая включает в себя не только сертифицированную ЭКНИС, но и сертифицированную РЛС, а также коннинг-дисплей опционально.

Предусмотрено подключение всех имеющихся на борту навигационных датчиков и систем: двух систем позиционирования, гироскопа, лага, двух внешних радаров, АИС, эхолота, авторулевого, приемника NAVTEX и многих других. Предоставление исчерпывающей информации о навигационной обстановке сопровождается оповещением о каждом изменении в ситуации. В планировании перехода и проводки наивыгоднейшими путями предусмотрен учёт погодных условий. Встроены БД по приливам и приливо-отливным течениям. Получение прогнозов погоды осуществляется при помощи опционного модуля погоды SPOS.

3.2.3 Экспертные системы и поддержка принятия решения

Ресурсы навигационно-информационной системы направлены на обслуживание задач работы с электронными картами. Однако, по мере роста этих ресурсов в процессе развития и подключения новых, более точных и быстродействующих навигационных датчиков и баз данных, она всё более становится пригодной также для решения задач создания системы поддержки принятия решений по управлению судном.

Главным препятствием к решению этой задачи является отсутствие среди традиционных методов таких алгоритмов принятия решений, которые могли бы работать в условиях многообразия возможных ситуаций и многочисленности влияющих на процесс управления судном факторов. Поэтому для решения задачи поддержки принятия решений необходимо подняться на новый уровень и воспользоваться интеллектуальными экспертными системами, которые возникли как один из результатов развития информационных технологий. Исторически ЭС были первыми системами искусственного интеллекта, которые привлекли широкое внимание потребителей.

Чтобы получить представление о трудностях и перспективах развития систем поддержки принятия решений, коротко рассмотрим, что собой представляют ЭС.

ЭС – это сложные программные комплексы, аккумулирующие знания специалистов в конкретных предметных областях и тиражирующие этот эмпирический опыт для консультаций менее квалифицированных пользователей [70].

Обобщенная структура экспертной системы представлена на рисунке 3.12. Реальные ЭС могут иметь значительно более сложную структуру, но та, которая изображена на рисунке 3.12, содержит обязательный минимум компонентов, характерный для любой современной ЭС.

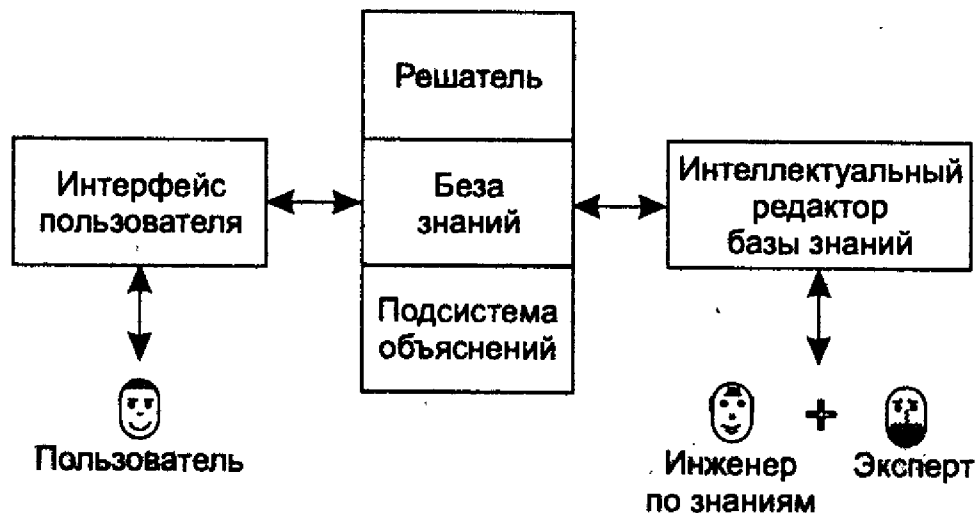


Рисунок 3.12 – Структура экспертной системы

В целом процесс функционирования ЭС можно представить следующим образом: пользователь, желающий получить необходимую информацию, через пользовательский интерфейс посылает запрос к ЭС; решатель, пользуясь базой знаний, генерирует и выдает пользователю подходящую рекомендацию, объясняя ход своих рассуждений при помощи подсистемы объяснений.

Так как терминология в быстро развивающейся области разработки ЭС ещё не устоялась, уточним основные термины.

Пользователь – специалист предметной области, для которого предназначена система. Обычно его квалификация недостаточно высока, и поэтому он нуждается в помощи и поддержке своей деятельности со стороны ЭС.

Инженер по знаниям – специалист в области искусственного интеллекта, выступающий в роли промежуточного звена между экспертом и базой знаний. Синонимы: когнитолог, инженер-интерпретатор, аналитик.

Интерфейс пользователя – комплекс программ, реализующих диалог пользователя с ЭС, как на стадии ввода информации, так и при получении результатов.

База знаний – ядро ЭС, совокупность знаний предметной области, записанная на машинный носитель в форме, понятной эксперту и пользователю, обычно на языке, приближенном к естественному. Параллельно такому «человеческому» представлению существует БЗ во внутреннем «машинном» представлении.

Решатель – программа, моделирующая ход рассуждений эксперта на основании знаний, имеющихся в БЗ. Синонимы: дедуктивная машина, машина вывода, блок логического вывода.

Подсистема объяснений – программа, позволяющая пользователю получить ответы на вопросы: «Как была получена та или иная рекомендация?» и «Почему система приняла такое решение?» Ответ на вопрос «как» – это

трассировка всего процесса получения решения с указанием использованных фрагментов БЗ, то есть всех шагов цепи умозаключений. Ответ на вопрос «почему» – ссылка на умозаключение, непосредственно предшествовавшее полученному решению, то есть, отход на один шаг назад. Развитые подсистемы объяснений поддерживают и другие типы вопросов.

Интеллектуальный редактор БЗ – программа, представляющая инженеру по знаниям возможность создавать БЗ в диалоговом режиме и включает в себя систему вложенных меню, шаблонов языка представления знаний, подсказок (help-режим) и других сервисных средств, облегчающих работу с базой.

ЭС является инструментом, усиливающим интеллектуальные способности эксперта, и может выполнять роль:

- консультанта для неопытных или непрофессиональных пользователей;
- ассистента в связи с необходимостью анализа экспертом различных вариантов принятия решений;
- партнера эксперта по вопросам, относящимся к источникам знаний из смежных областей деятельности.

Существует большое разнообразие ЭС, различающихся множеством признаков. Все ЭС разделяют на два класса: аналитические и синтетические. Аналитические системы выбирают решения из множества известных альтернатив, т.е. осуществляют оценку вариантов решений (проверка гипотез). Синтетические системы генерируют ранее неизвестные варианты решения, т.е., осуществляют формирование гипотез.

ЭС могут быть статическими и динамическими. Статические системы решают задачи в условиях не изменяющихся во времени исходных данных и знаний, динамические допускают такие изменения.

ЭС также делят на системы с детерминированными (четко определенными) и неопределенными знаниями. Под неопределенностью знаний (данных) понимается их неполнота (отсутствие), недостоверность (неточность измерения), двусмысленность (многозначность понятий), нечеткость (качественная оценка вместо количественной).

ЭС могут быть построены с использованием одного или множества источников знаний.

Назначение ЭС связано с одной из следующих областей:

- 1) обучение и консультация неопытных пользователей;
- 2) распространение и использование уникального опыта экспертов;
- 3) автоматизация работы экспертов по принятию решений;
- 4) оптимизация решения проблем, выдвижение и проверка гипотез.

Применение ЭС в области судовождения более всего соответствует третьей области, т.е. автоматизации работы экспертов по принятию решений.

В результате, были концентрированно рассмотрены основные тенденции развития НИС, как центральной подсистемы ИСМ. Далее рассмотрим тенденции интенсивного развития другой подсистемы ИСМ – системы управления электроэнергетической системой судна.

3.2.4 Современная система управления электроэнергетической системой судна

Идея использования дизельной, газотурбинной или другого типа двигательной установки, работающей на электрический генератор, от которого уже приводятся в движение ходовые электрические двигатели и судовое оборудование, не нова. Такую систему используют не только в судостроении, но и в автомобилестроении для достижения сверхманевренности посредством индивидуального управления каждым из колёс-электродвигателей мощного карьерного самосвала.

Все современные неатомные боевые подводные лодки также имеют дизель-электрическую силовую установку. Возможность раздельной виброизоляции дизеля, генератора и ходового электродвигателя является основой для обеспечения бесшумности и, следовательно, скрытности перемещения лодки, что обеспечивает необходимую выживаемость экипажа.

На торговых судах, где сверхманевренность и бесшумность длительное время не входили в число приоритетов, дополнительное использование электрогенератора и комплекта ходовых электродвигателей по сравнению с обычной энергетической установкой означает существенное увеличение стоимости силовой установки.

Однако возможность работы дизельного двигателя на вал генератора в постоянном оптимальном режиме является настолько привлекательной, что дизель-электроходы создавались и ранее, а в настоящее время, с ростом требований к маневренности, режиму динамического позиционирования, экономичности и экологичности, этот тип силовой установки становится всё более актуальным.

Одним из главных препятствий на этом пути было использование в качестве ходового электродвигателя коллекторного типа, достоинством которого является возможность управления скоростью вращения в достаточно широких пределах без потери вращающего момента. Для этой цели традиционно использовали реостат, управляющий током возбуждающей обмотки двигателя. Относительно большие тепловые потери в реостате негативно сказывались на коэффициенте полезного действия.

Современные электронные системы управления, в которых вместо реостата используют электронный регулятор мощности, не имеют такого недостатка. Но это не устраняет недостатков самого электродвигателя, который имеет относительно сложную конструкцию, требует постоянного ухода и сложен в эксплуатации.

В отличие от коллекторного асинхронный электродвигатель переменного тока прост по конструкции, неприхотлив в обслуживании, однако в традиционном варианте применения не позволяет плавно управлять скоростью вращения ротора.

Успехи в области создания современных электронных систем управления частотой вращения ротора асинхронного электродвигателя создали основу для разработки и широкого применения на судах частотно-регулируемого привода. Такая система сначала преобразует переменный ток промышленной частоты в постоянный, а затем преобразует его в переменный ток требуемых частоты и амплитуды. Выходные каскады, построенные на мощных тиристорах (GTO) или транзисторах (IGBT), работающих в ключевом режиме, обеспечивают необходимую форму и амплитуду тока в обмотках электродвигателя.

При скалярном управлении формируют гармонические токи фаз электродвигателя. Векторное управление позволяет не только сформировать гармонические токи (напряжение) фаз, но и обеспечить управление магнитным потоком ротора (момент на валу двигателя).

Добиться подобных результатов, учитывая простоту конструкции ротора асинхронного двигателя, можно только благодаря успехам в развитии электроники и информационных технологий. Так, мощные ключи, управляющие токами в обмотках электродвигателя, представляют собой транзисторы, особенностью которых является сочетание в одном приборе выходной силовой цепи как у биполярного транзистора и управляющей напряжением входной цепи как в полевом транзисторе (IGBT, БТИЗ – биполярный транзистор с изолированным затвором). Мощность ключевых транзисторов сопоставима с мощностью ходового электродвигателя. Для управления ключами используют микропроцессорный контроллер, который должен обеспечивать необходимую степень надёжности в морских условиях эксплуатации.

Однако, главным является не электроника, а алгоритм работы управляющего устройства. Этот алгоритм должен не только обеспечивать необходимую форму фазных токов заданной амплитуды и частоты, но и учитывать изменение магнитного потока при отклонении частоты питающего напряжения от номинальной для данного электродвигателя (50 или 60 Гц) в процессе частотного управления скоростью вращения его ротора. В противном случае работа двигателя при отклонении частоты питающего напряжения от номинальной будет нарушаться. При понижении частоты магнитный поток будет несанкционированно убывать вследствие несоответствия магнитной проницаемости материала магнитопровода частоте питающего напряжения. Рост частоты питающего напряжения приводит к таким же последствиям в результате насыщения материала магнитной системы. Поэтому алгоритм должен постоянно следить за изменением магнитного потока в магнитной системе электродвигателя и обеспечивать компенсацию этого изменения независимо от его причины.

На практике для этого широко используют метод широтно-импульсной модуляции, а также систему обратных связей. ШИМ позволяет дозировать энергию, подаваемую в обмотку электродвигателя, в виде последовательности прямоугольных импульсов с регулируемым соотношением длительности импульса и паузы в пределах каждого периода следования импульсов.

Обратные связи в системе управления чаще всего организуют по таким параметрам, как скорость вращения ротора электродвигателя, ток в обмотках электродвигателя и величина момента вращения. В настоящее время наиболее употребительной является двухконтурная система регулирования, которая содержит комбинацию из двух обратных связей, – по скорости вращения ротора электродвигателя и токам в его обмотках.

Изложенное выше сжатое и упрощённое описание современных принципов управления работой ходового асинхронного электродвигателя позволяет оценить степень сложности этой задачи, а также весомость уже достигнутых результатов.

В качестве примера рассмотрим систему управления судовой электроэнергетической системой (СУ СЭС), спроектированную и построенную в ЦНИИ СУДОВОЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ (СЭТ) [71].

По сравнению с судовыми энергетическими установками, в которых дизель передаёт мощность непосредственно на гребные винты, электроэнергетическая система обладает рядом преимуществ: снижается расход топлива и оптимизируется потребление мощности за счет реализации схем гибкого отбора этой мощности от генераторов электроэнергии; использование энергии, получаемой от основных дизель-генераторов, как для запитывания гребных двигателей, так и на стоянке, электроприводов судовых устройств для подруливания, насосов или вентиляторов; реализация более безопасных стандартов судоходства за счет решения проблемы быстрого реверса гребных винтов; использование новых электроприводов судовых гребных винтов, которые имеют возможность быстро менять значения крутящего момента и изменять частоты их вращения.

В состав единой электроэнергетической системы входят судовые устройства и автоматизированные системы управления. Судовые устройства включают в себя: автономные источники электрической энергии – дизель-генераторы, – надежные агрегаты, требующие при эксплуатации минимального обслуживания; главные и аварийные распределительные щиты, размещаемые обычно в машинных отделениях; судовые трансформаторы; гребные электрические двигатели, которые приводят во вращение винты судна; дополнительные устройства (двигательное и подруливающее).

Автоматизированные судовые системы управления – это система, предназначенная для управления гребной электрической установкой; система управления электроэнергетической системой судна; система управления техническими средствами судна.

ЦНИИ СЭТ занимается разработкой систем для электродвигателей судовых установок на базе ЕЭС, которая, кроме питания гребных электрических двигателей, осуществляет электропривод судовых механизмов. ЕЭС выполнена с применением новационных решений, изобретений и разработок в области электроники и компьютерной техники.

Гребная электрическая установка выполнена на базе асинхронного электродвигателя, который запитывают от специального преобразователя. Благодаря векторному методу управления работой двигателя обеспечено управление вращающим моментом в широком диапазоне изменения скоростей вращения. Результаты компьютерного моделирования показали, что именно векторное управление делает работу гребных электрических двигателей плавным и контролируемым.

Чтобы достичь этого, разработчикам пришлось решить сложную техническую задачу уменьшения коэффициента нелинейных искажений, который не должен превышать 10 %. Для этого разработана собственная схема преобразователя с коэффициентом нелинейных искажений не выше 9 % без применения дополнительных согласующих трансформаторов, дроссельных и фильтрокомпенсирующих устройств.

Таким образом, успехи развития информационных технологий в виде появления новых интеллектуальных систем управления электродвигателями открывают новые перспективы и в развитии судовых электроэнергетических систем.

3.2.5 Система судового видеонаблюдения и ночного видения

Система судового видеонаблюдения и ночного видения является одним из элементов интегрированной системы ходового мостика, предназначенной для обзора обстановки по периметру судна и морской поверхности в целях безопасности экипажа, живучести судна.

Система видеонаблюдения в общем случае состоит из комплекта видеокамер, соединённых каналами связи с устройством приёма, отображения, записи и воспроизведения видеоинформации. Каждая камера представляет собой сложное микропроцессорное устройство, которое функционирует в соответствии с теми алгоритмами, которые положены в основу его программного обеспечения. Канал связи может быть цифровым или аналоговым, проводным или беспроводным. Приёмное устройство также представляет собой сложное микропроцессорное устройство, которое имеет интерфейс для выхода на персональный компьютер и выполняет функции захвата видеопотока, кодирования и сжатия поступающей информации.

Основными компонентами систем сетевого видеонаблюдения являются сетевая камера, видеокодер или видеосервер (применяется для подключения аналоговых камер), сеть, сервер и система хранения, а также программное обеспечение для управления системой видеонаблюдения и записи видеоинформации. Сетевые камеры и видеокодеры созданы на базе цифровых (компьютерных) технологий, поэтому они обладают возможностями, недоступными для аналоговых камер. Сеть, системы хранения и серверы – стандартное ИТ-оборудование. Способность использовать обычное сетевое оборудование – одно из главных преимуществ сетевого видео.

Современная система видеонаблюдения может быть построена на основе достижений интернет-технологий. В этом случае каждую камеру оснащают встроенным браузером, уникальным адресом и она может подключаться непосредственно в интернет-сеть. Для работы с такой камерой достаточно иметь компьютер или любое мобильное устройство, например, смартфон, подключенный к интернету, с помощью которого можно активировать работу требуемой камеры и наблюдать передаваемое ею изображение. При этом расстояние между камерой и устройством значения не имеет.

Отсюда следует, что современная система видеонаблюдения является продуктом развития информационных технологий и в этом отношении ничем не отличается от рассмотренных ранее интегрированных автоматизированных систем различного уровня. Поэтому судовая система видеонаблюдения может легко интегрироваться с другими судовыми системами.

В качестве примера рассмотрим основные характеристики ССВ производства ЗАО «Транзас Консалтинг» [72].

Комплекс ССВ предназначен для контроля обстановки на судне и вокруг него. Один комплект ССВ может включать от 1 до 64 камер видеонаблюдения, что позволяет удовлетворить требования большинства судоходных компаний и служб охраны, работающих на судах. Возможна интеграция нескольких ССВ между собой, что позволяет создать комплекс видеонаблюдения для крупных пассажирских судов.

Система обеспечивает возможность интегрирования с имеющимися судовыми системами связи и оповещения, что позволяет оповещать экипаж судна о любых чрезвычайных ситуациях в охраняемых зонах и выводить информацию о любых происшествиях с судна на берег, включая тревожные карточки, аудио- и видеоинформацию. ССВ имеет интегрированные в программное обеспечение датчики движения, которые автоматически выявляют движущиеся объекты в секторах обзора каждой камеры, информирует об этом и, в случае необходимости, генерирует сигнал тревоги.

Наибольшая эффективность ССВ достигается в том случае, если её разрабатывают под требования конкретного судна на стадии его проектирования. Готовый комплект включает в себя сервер в морском исполнении, несколько видеокамер и соответствующее программное обеспечение.

В обычной комплектации в состав ССВ входят три видеокамеры: одна поворотная камера, расположенная в передней части надстройки и обеспечивающая обзор верхней палубы и объектов перед судном, две направленные в корму видеокамеры и по бортам, обеспечивающие обзор кормовой части верхней палубы и объектов рядом с судном. Такая комплектация позволяет без существенных финансовых затрат обеспечить обзор по периметру судна, что благоприятно сказывается на удобстве судовождения в шлюзах и каналах, а также способствует выявлению нелегального доступа на судно.

Система позволяет также осуществлять внутреннее и внешнее видеонаблюдение, включая наблюдение за технологическим процессом на судне, вести видеоархив, производить удаленный доступ. Возможна интеграция

тепловизоров для обнаружения попыток несанкционированного доступа на судно в темное время суток, интеграция с имеющимися судовыми средствами связи, сетью и компьютерами. Возможны интегрированные в программное обеспечение датчики движения и датчики крена судна.

Компоненты системы сертифицированы Российским Регистром Морского Судоходства, а также имеют сертификаты для эксплуатации в сложных метеорологических условиях (Ingress Protection Rating&Nema).

3.3 Береговые и судовые комплексы и системы безопасности судоходства

По многолетним статистическим данным столкновения, посадки на мель и навалы составляют до 70 % всех аварий мирового флота. Такие аварии нередко сопровождались травмированием, гибелью людей, большими экономическими потерями из-за повреждения судов и порчи груза, серьезными экологическими последствиями в морских и речных акваториях [2–4].

Основу большинства мероприятий, предпринимаемых с целью уменьшения навигационной опасности, составляет оборудование районов интенсивного судоходства специализированными навигационными средствами.

Современное судоходство характеризуется значительным возрастанием интенсивности движения судов, обусловленным увеличением объемов грузоперевозок, ростом мирового флота и повышением доли ходового времени судов в эксплуатационном режиме. Увеличение тоннажа судов и скорости их движения привело к росту тяжести последствий столкновений судов в виде человеческих жертв, экономических потерь, а также экологических бедствий.

Комплексное осуществление мероприятий по организации, регулированию и контролю за движением судов на базе соответствующих технических средств привело к созданию систем управления движением судов (СУДС/VTS – Vessel Traffic Services).

В настоящее время СУДС является важнейшим звеном в структуре обеспечения безопасности судоходства. Она создаётся, в первую очередь, в районах и портах с интенсивным судоходством и повышенной экологической опасностью. Посредством СУДС решают три наиболее важные задачи: 1) организация движения судов; 2) навигационная помощь; 3) информационное обеспечение.

3.3.1 Система управления движением судов

По своему назначению, организации и техническому оснащению СУДС могут быть различными, начиная от пассивных первичных мероприятий по упорядочению движения судов и заканчивая активными системами, базирующимися на комплексе современных технических средств, включающих новейшие электронные средства наблюдения, связи и обработки информации [73].

СУДС позволяет отображать интегрированную радиолокационную и АИС информацию, получаемую от нескольких удаленных автоматических радиотехнических постов, осуществлять визуальный обзор акватории с помощью системы телевизионного наблюдения, обеспечивать получение, запись и архивацию радиолокационной, звуковой, метеоинформации, данных САРП, АИС, поступающих со всех АРТП.

В состав типовой СУДС входят следующие технические средства:

- береговые радиолокационные станции;
- системы автоматической обработки, отображения и регистрации информации СУДС;
- система архивации информации СУДС;
- телевизионные системы наблюдения и системы охранного телевидения;
- автоматические идентификационные системы;
- средства ОВЧ (УКВ) радиосвязи с судами;
- средства сбора гидрометеорологической информации;
- системы мониторинга и сигнализации.

В качестве датчиков радиолокационной информации ЗАО «Морские Комплексы и Системы» (МКиС) использует БРЛС сантиметрового диапазона ведущих производителей и БРЛС миллиметрового диапазона собственного производства [74]. Интеграция в комплекс БРЛС миллиметрового диапазона «Балтика» позволила расширить зону действия СУДС.

Типовая структура СУДС включает Центр УДС и связанные с ним АРТП, где располагаются источники информации (РЛС, АИС, телекамеры, радиопеленгаторы) и средства связи.

Передача информации от АРТП в ЦУДС производится с использованием сетей передачи данных на основе радиорелейных или наземных линий связи и высокопроизводительного каналообразующего оборудования, объединяющего локальные вычислительные сети всех АРТП и ЦУДС в единую информационную сеть.

В ЦУДС вся поступающая информация обрабатывается и анализируется, принимаются управляющие решения, осуществляется взаимодействие с судами. Обработка информации в СУДС полностью автоматизирована и выполняется компьютерами специального назначения. В результате обработки информации формируется картина судоходной обстановки, отображаемая на ситуационных дисплеях.

Система обработки, отображения и регистрации информации СУДС «Нева-Б» производства ЗАО «МКиС» имеет сертификат одобрения Министерства Транспорта РФ.

В настоящее время на базе современных навигационных и радиосвязных систем создаются новые перспективные СУДС, дополнительно включающие в себя дифференциальные станции спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS и АИС. С их использованием обеспечивается точность в пределах одного метра определения места судна в зоне действия до 100 км

от диффстанции. Благодаря этому может достигаться высокоточная проводка судов по узким фарватерам, таким как Ленинградский и Калининградский каналы, вход в Северную Двину и Волгу в районе Астрахани. Благодаря высокоточному навигационному обеспечению может быть существенно повышена эффективность дноуглубительных и гидротехнических работ.

Эффективность внедрения СУДС показала целесообразность их дальнейшего развития за счет расширения зон применения, создания региональных систем, охватывающих подходы к нескольким портам или целые прибрежные районы.

Для повышения точности и информативности процессов управления судоходством в СУДС требуется детальное исследование радиолокационных характеристик судов, особенностей и основных информационных параметров отраженных от них эхо – сигналов. Теоретические и экспериментальные работы позволяют получить определенные представления о них, однако полученных данных недостаточно для разработки практических методов и формализованных процедур извлечения дополнительной информации из сигналов, отраженных от судов [75].

Увеличение интенсивности судоходства, развитие и нарастающее использование морского флота обуславливает непрерывное повышение требований к разрешающей способности береговых радиотехнических постов СУДС, которые входят в противоречие с возможностями практической реализации крупногабаритных антенных устройств и требованиями обеспечения их эксплуатационной стабильности и надежности. Реальной альтернативой этому является перевод береговых РТП в более коротковолновую часть диапазона длин волн, но этот переход сопровождается значительными конструкторскими и технологическими проблемами, успешное преодоление которых привело к созданию БРЛС восьмимиллиметрового диапазона длин волн семейства «Балтика» и применению его в СУДС.

В качестве примера современной СУДС можно привести Региональную СУДС в Керченском проливе производства ЗАО «Транзас Консалтинг», которой присвоена высшая категория так же, как и четырём другим СУДС, установленным в Новороссийске, заливе Петра Великого (Владивосток/Находка), Балтийском и Кольском заливах (Мурманск) [76].

Система способна контролировать одновременно до 2 500 судов, находящихся в зоне действия РСУДС. Данные по сопровождаемым АИС судам из центра управления РСУДС передаются в Региональную информационную систему наблюдения за судоходством («РИСС-Юг»), где происходит централизованный сбор, обработка и визуализация данных по Азово-Черноморскому и Каспийскому бассейнам с последующей визуализацией данных в реальном масштабе времени на корпоративном интернет-ресурсе.

Система управления движением судов Керченского пролива включает в себя пять автоматизированных радиотехнических постов, расположенных в порту Кавказ, на мысе Ахиллеон, маяке Темрюкском, мысе Тузла и территории

предприятия «Лада-Геленджик Транс» с центром управления СУДС в главном административном здании порта Кавказ.

Из вышеизложенного следует, что СУДС представляет собой сложный комплекс стационарных технических сооружений вблизи береговых служб. К основным недостаткам современных СУДС относят стационарность размещения, «привязку» к береговым службам конкретного района, громоздкость, сложность применяемых процедур управления, которые требуют дорогостоящего специализированного оборудования и развитой инфраструктуры энергоснабжения, специально подготовленных кадров. Основные мероприятия по повышению безопасности судоходства в береговых и прибрежных районах, отличающихся повышенной интенсивностью, направлены на совершенствование технической оснащённости СУДС, что делает эти системы еще более дорогостоящими и громоздкими. Использование современных СУДС наиболее эффективно в экономически развитых районах с достаточно мощной транспортной инфраструктурой порта, связанной с обслуживанием крупнотоннажных судов.

Решение проблемы может быть реализовано с помощью дополнительного использования территориально-локализованных мобильных систем управления движением судов (МСУДС/MVTS – Mobile Vessel Traffic Services, по аналогии с СУДС/VTS) [77].

Эти системы не имеют «привязки» к конкретному району базирования и способны обеспечить безопасное судоходство в любом районе с интенсивным судоходством, включая удаленные морские акватории.

Однако территориальная локальность и функциональная ограниченность не позволяет этим системам заменить собой традиционные СУДС.

В основе построения и функционирования МСУДС лежат формализованные процедуры представления схем движения судов на подконтрольной акватории с помощью графов кодовых пересечений.

Топологии, в которых выполняются формализованные соотношения между управлением потоками и топологией сети, называют регулярными. В противном случае они являются произвольными (нерегулярными). Использование формализованных процедур описания топологий является экономичным методом задания топологии сети и эффективным способом решения разнообразных практических сетевых задач. Формализованное представление топологий делает сеть более управляемой, а развитие ее – более предсказуемым. Задача оптимизации топологии является в общем случае многокритериальной и для произвольных топологий чрезвычайно сложной. Аналитическое решение ее возможно только для регулярных топологий. В регулярной топологии существенно упрощаются процедуры определения путей, в то время как нерегулярная топология требует обширных теоретических и конструкторских разработок. Внедрение в практику методов формализованного представления сетевых топологий позволяет использовать преимущества компьютерной техники.

ГКП – это регулярные избыточные графы с топологиями ячеистого типа, которые описываются аналитически с помощью трех структурных параметров. Использование ГКП в качестве модели для отображения схем движения судов в МСУДС позволяет формализовать и упростить выработку управляющих решений. Для этого необходимо создать программными методами виртуальную сеть движения судов и специальным образом закодировать номера поворотных точек (узлов) в этой сети. При таком представлении становится возможным применение кодовых методов для реализации базовых функций по обеспечению безопасного судоходства в зоне действия МСУДС.

Использование свойств ГКП и современных цифровых технологий позволяет формализовать основные процедуры управления по перемещению судов, сведя их к простейшим операциям над кодовыми комбинациями, которые соответствуют номерам, присвоенным поворотным точкам (узлам) виртуальной сети в ходе ее создания. Для определения кратчайшего по числу транзитных узлов пути в системе достаточно знать кодированные номера поворотных точек отправления и назначения. Кратчайший путь определяют в виде его кодированной записи, которая легко читается с использованием специального правила.

Кроме того, могут быть определены альтернативные пути любой кратности. В случае обнаружения опасного схождения судов, кодированная запись пути может быть оптимально скорректирована в процессе движения судна по маршруту. Вычисленные маршруты всех судов в виде сокращенных кодированных записей хранятся в базе МСУДС и позволяют без труда вести тотальный контроль движения на акватории, предотвращая принципиально опасные сближения. При этом упрощаются функции и уменьшается нагрузка на оператора (диспетчера) Центра управления МСУДС.

К основным достоинствам МСУДС относятся: простота и экономичность процедур управления, ориентация на использование доступных стандартных технических средств навигации и телекоммуникации, возможность использования классических сред разработки программных продуктов, нетребовательность к объему памяти ЭВМ, быстрота развертывания и прекращения деятельности, мобильность, маневренность, позволяющая системе без проблем менять местоположение, перемещаясь в пространстве, отсутствие привязки к конкретной местности, необязательность наземного базирования. Достоинства МСУДС предоставляют возможность для широкого распространения этих систем на практике.

Не имея территориальных ограничений, МСУДС могут быть использованы как автономно, в удаленных морских районах, так и в качестве дополнительного средства, расширяющего функциональные возможности стационарных СУДС. Конвергенция традиционных стационарных и мобильных СУДС в зоне морского порта является перспективным средством получения дополнительных возможностей предоставления новых и традиционных услуг по обеспечению безопасности движения судов. Кроме того, это позволяет снизить эксплуатационные затраты путем использования единых ресурсов, таких, как средства навигации и телекоммуникации, единые системы эксплуатации, администрации, менеджмента.

Конвергенция стационарных и мобильных СУДС связана с эффективным обеспечением навигационных, телекоммуникационных, информационных и сервисных возможностей систем УДС, которые не зависят от применяемых технологий доступа к средствам связи и навигации. Это не обязательно предполагает физическую конвергенцию и полное слияние систем. В предлагаемой концептуальной модели каждая из систем сохраняет свою автономность и возможность самостоятельно функционировать и определять стратегию своего развития. Конвергенция означает развитие конвергируемых возможностей на основе использования преимуществ обоих типов систем, взаимной компенсации ограничений в их применении и дополнении друг друга доступными услугами для получения максимального эффекта.

Общая для обоих типов систем интеллектуальная платформа позволяет обеспечить следующие основные свойства: 1) единый подход к управлению услугами по обслуживанию судов на акватории порта; 2) поддержка новых технологий; 3) реализация гибких и эффективных решений в условиях множества поставщиков оборудования; 4) создание и ведение счетов для гибкого и простого биллинга; 5) снижение затрат благодаря совместному использованию инфраструктур обеих систем.

Интеллектуальная платформа разработана с учетом особенностей реализации экспертных систем обеспечения безопасности судоходства. Логическая архитектура конвергируемой системы управления движением судов базируется на семиуровневой эталонной модели взаимодействия открытых систем (OSI) Международной Организации Стандартизации. Благодаря этому система доступна для взаимодействия с другими системами в соответствии с действующими стандартами.

Сервер входит в состав судового информационно-навигационного комплекса флагманского судна – Морского Центра МСУДС и/или расположен в помещении береговой диспетчерской службы – Центр Стационарной СУДС (береговой Центр МСУДС).

Архитектура прикладной системы, в соответствии с функциональными границами, включает три части: 1) логика (алгоритм) представления; 2) бизнес-логика (расчетные алгоритмы и правила); 3) логика (алгоритм) доступа к данным. Такое разделение минимизирует взаимодействие между составными элементами, уменьшая объем передаваемой информации и упрощая алгоритмы, отвечающие за связь между процессами, и потому может служить основой для выделения компонентов, которые могут быть распределены на нескольких компьютерах.

Сервер приложений поддерживает пул ограниченного числа открытых подключений к базам данных от АИС, РЛС, САРП и других навигационных систем контроля обстановки на акватории.

В предложенной архитектуре компонентов предусмотрена возможность использования радиointерфейса UMTS. Система UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) является системой мобильной связи третьего поколения и предоставляет возможности для успешной конвергенции стационарных и мобильных СУДС. Гибкая сетевая архитектура системы UMTS

обеспечивает создание и телекоммуникационную (информационную) поддержку систем УДС разной конфигурации и размеров при экономии использования радиоресурсов. Радиоинтерфейс UMTS может обеспечить глобальный роуминг, независимо от метода радиодоступа, в любом географическом регионе.

Комбинированное использование в конвергируемой системе управления движением судов морского порта возможностей стационарных и мобильных СУДС и перспективных телекоммуникационных и навигационных технологий позволит при сохранении функциональных возможностей традиционных СУДС практически снять территориальные ограничения, повысить гибкость, мобильность и маневренность и расширить спектр предоставляемых услуг по обеспечению проводки различных плавательных средств. Такая система способна существенно повысить безопасность судоходства.

3.3.2 Математическое моделирование размещения береговой системы наблюдения

В зоне прохождения важных морских транспортных коммуникаций, наличия богатых биологических ресурсов нередко интересы суверенного государства сталкиваются с интересами других государств, становятся серьезной проблемой межгосударственных отношений. Часто встречаются случаи незаконной миграции, контрабанды, несанкционированной добычи морских биоресурсов, сброса токсичных отходов, нарушения пограничного режима и правил судоходства, террористических и пиратских действий.

Для защиты от возможных угроз суверенным государствам приходится внедрять и использовать такие системы морской безопасности, как системы связи при бедствиях на море, системы судовых сообщений, системы управления движением судов, системы установления путей движения судов, системы освещения обстановки. Общей составной частью таких систем является береговая система наблюдения, целью которой является сбор информации о морской обстановке.

В современных условиях эффективное решение задачи обеспечения безопасности на морском направлении возможно только при наличии у командования и органов управления всех уровней достаточно полной, своевременной и достоверной информации об обстановке, и в первую очередь, данных о местонахождении и состоянии объектов своего и иностранных государств, а также о параметрах среды, в которой они выполняют свои задачи. Поэтому возникает необходимость построения таких БСН, которые создали бы все условия для реализации потенциала лиц, принимающих решения.

Важной задачей, требующей решения на первом этапе проектирования БСН, является размещение средств наблюдения. Данному вопросу посвящены работы многих отечественных и зарубежных ученых. Однако, на современном этапе решение обозначенной проблемы проводится без комплексного учета таких

требований, предъявляемых в целом к информационно-управляющим системам, как устойчивость, оперативность, непрерывность и скрытность. Данное положение обуславливает частный и локальный характер существующих на данный момент подходов к размещению БСН.

Полученные в результате исследования модели, алгоритм и программный комплекс [78] позволяют повысить вероятность обнаружения и точность определения координат объектов наблюдения за счёт сосредоточения средств БСН в наиболее важных зонах наблюдения, сократить время на перегруппировку средств наблюдения при помощи реализации процедуры планирования перемещения БСН и оптимизировать расходование средств за счёт приобретения только минимально достаточного количества средств наблюдения для обеспечения заданного уровня эффективности наблюдения.

Разработанная математическая модель оценивания качественных характеристик БСН, основанная на использовании данных об их тактико-технических параметрах, позволяет характеризовать БСН в целом, как информационно-управляющую систему и сравнивать варианты их построения. Предложенный численный метод решения общего случая задачи размещения БСН, основанный на стандартном типе алгоритма, учитывает особенности взаимного расположения средств и зон наблюдения.

Разработанный программный комплекс управления мобильными средствами наблюдения, реализующий предложенные методы и алгоритмы, позволяет повысить эффективность деятельности по поиску оптимального расположения БСН и проводить исследования предложенного численного метода.

3.3.3 Системы мониторинга и управления движением судов [79]

Автоматизированные и информационные системы мониторинга обстановки предназначены для сбора, обработки и отображения информации об обстановке (наземной, надводной), получаемой по каналам связи в режиме времени, близком к реальному, от центров мониторинга обстановки, разнородных средств технического контроля (радиолокационные станции, оптико-электронные средства, датчики, беспилотные летательные аппараты, наземные пункты приема и обработки систем дистанционного зондирования земли) (рис. 3.13).

Обеспечивается информационный обмен с ситуационными центрами и центрами мониторинга обстановки взаимодействующих органов государственного управления, интеллектуальными транспортными системами, корпоративными информационными системами (рис. 3.14).



Рисунок 3.13 – Автоматизированные системы мониторинга обстановки

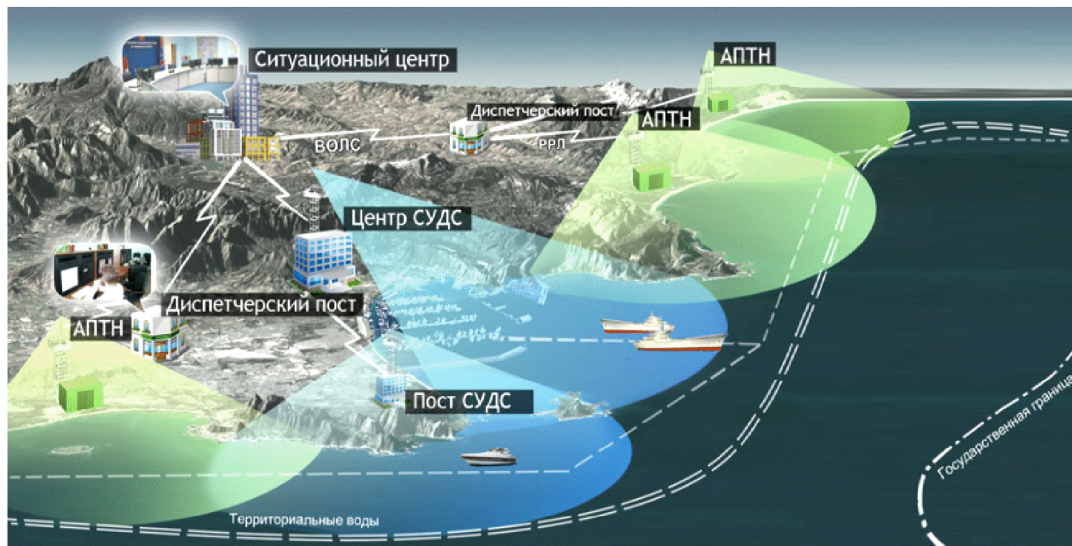


Рисунок 3.14 – Система управления движением судов

Автоматизированные и информационные системы строят, как территориально распределенные системы по сервисно-ориентированной архитектуре (SOA, J2EE). Информационный обмен осуществляется по каналам связи ВОЛС, спутниковым каналам, GSM, Wi-Fi, WiMax, УКВ, КВ.

Ситуационные центры предназначены для сбора, комплексной обработки данных мониторинга обстановки, поддержки принятия решения, оперативного управления силами и средствами. Основными задачами ситуационных центров являются: сбор и обработка данных от ситуационных центров, центров мониторинга обстановки; прогнозирование развития ситуации; поддержка принятия решения (моделирование последствий управленческих решений на базе использования информационно-аналитических систем; экспертная оценка принимаемых решений); управление в кризисной ситуации.

В составе ситуационных центров находятся следующие подсистемы: сбора информации; передачи информации; анализа и структурирования информации; визуализации информации; хранения информации; обеспечения безопасности информации.

Комплексы мониторинга обстановки служат для контроля наземной и надводной (морской, речной, озерной) обстановки. Комплексы решают задачи обнаружения неподвижных и движущихся целей в дневное и ночное время суток. Комплексы состоят из постов наблюдения и рабочих мест для обеспечения управления, сбора и обработки информации и контроля технического состояния.

Для мониторинга обстановки в состав постов наблюдения в зависимости от решаемых задач могут входить различные технические средства: РЛС для обнаружения как наземных целей (РЛС «Роса»), так и надводных (морских) (РЛС «Рапан»); оптико-электронные модули – в зависимости от дальности применяются ОЭМ большой («Фокус-Д») и средней («Фокус-С») дальности. В состав ОЭМ входят видеокамеры и тепловизоры для комплексного наблюдения за целями в дневное и ночное время; приемник АИС; средства пеленгования радиосредств; средства связи и передачи данных (радиостанции КВ и УКВ диапазона, терминалы спутниковой связи, радиорелейные станции, средства беспроводной широкополосной передачи данных, GSM/GPRS); системы обеспечения безопасности (на основе видеокамер и сигнализационных датчиков); метеорологические комплексы.

Для охраны протяженных участков можно сгруппировать до 10 постов технического наблюдения, замкнутых на одно автоматизированное рабочее место.

Система спутникового мониторинга транспорта в настоящее время предназначена, в основном, для использования на автотранспорте [80], но интересна тем, что наглядно демонстрирует соотношение широкой функциональности, относительно небольшой стоимости и компактности наземной части современной аппаратуры (рис. 3.15).



Рисунок 3.15 – Внешний вид комплекта спутникового мониторинга морского транспорта

Принцип работы системы мониторинга транспорта основан на приеме наземной частью аппаратуры навигационных сигналов, постоянно посылаемых группировками среднеорбитальных спутников ГЛОНАСС и GPS.

Для приема этих сигналов на транспорте устанавливаются специальные датчики и антенны. Навигационная информация принимается одновременно с нескольких спутников, причем их расположение над землей известно с достаточно большой точностью. На основе координат «видимых» спутников, датчики, осуществляющие мониторинг, вычисляют местоположение и скорость транспорта в режиме реального масштаба времени.

Оборудование, устанавливаемое на транспорте, обрабатывает полученную информацию со спутников и преобразует в координаты текущего местоположения транспортного средства. Так же система спутникового мониторинга считывает информацию о работе транспортного средства и передает полученную информацию через канал интернета (GPRS) сотового оператора на сервер, где эта информация хранится и откуда она впоследствии передается на компьютер пользователя.

В случае отсутствия сети GSM или услуги GPRS происходит накопление данных в энергонезависимой памяти – адаптивная запись маршрута движения, параметров, событий и состояния дискретных и аналоговых входов. Также осуществляется контроль состояния и параметров внешних устройств и механизмов с помощью дискретных и аналоговых входов, контроль расхода и уровня топлива (при подключении соответствующих датчиков). Возможно управление внешними устройствами, в том числе, с помощью SMS. Опционально возможна установка трехосевого магнитометра повышенной чувствительности и трехосевого акселерометра повышенной чувствительности.

Использование системы спутникового мониторинга транспорта позволяет не только определять местоположение транспорта с относительно высокой точностью (для GPS – в пределах 50 метров, а при совместном использовании с ГЛОНАСС – до 5 метров), отслеживать состояние транспортного средства в режиме реального масштаба времени, но и дистанционно воздействовать на его состояние, например, отключить двигатель.

В России внедряется также другая система – система управления движением судов с использованием радиолокационных спутниковых снимков [81]. В настоящее время готова к внедрению система мониторинга обстановки в акваториях, в том числе систем управления движением судов, с использованием радиолокационных спутниковых снимков (рис. 3.16).



Рисунок 3.16 – Внешний вид панели управления движением судов с использованием радиолокационного спутникового снимка

Система использует в качестве одного из возможных источников информации радиолокационные изображения, получаемые спутниками Radarsat-1 (Канада) и EnvySat-1 (ESA). Новая функция отображения оперативно принятых данных дистанционного зондирования Земли в формате GeoTIFF реализована в линейке программных продуктов мониторинга движения судов Navi-Harbour/Navi-Monitor/AIS-Monitor.

Данные радиолокационных спутников позволяют проводить оперативный всепогодный мониторинг судовой и экологической обстановок в акваториях. Сервисы оперативного мониторинга морской обстановки на основе спутниковой съемки и автоматических систем идентификации позволяют решать целый комплекс задач:

- обнаружение судов, причастных к разливам нефтепродуктов и нарушению экологического законодательства;
- оценка масштабов и контроль динамики распространения аварийных разливов нефти на акваториях;
- выявление нелегальных (не подающих сигналы автоматической идентификации) судов, в том числе ведущих незаконный рыбный промысел;
- обнаружение аварийных судов, терпящих бедствие, с неисправной бортовой аппаратурой навигации;
- мониторинг навигационно-судовой обстановки в регионах в интересах оборонных ведомств и военно-морских сил;
- оперативное отображение ледовой обстановки в зоне активного судоходства для навигации в сложных ледовых условиях;
- обнаружение айсбергов и мониторинг их дрейфа.

Компания ЗАО «Транзас Консалтинг» совместно с Инженерно-технологическим центром «СканЭкс» объявили о готовности к внедрению нового функционального решения для совершенствования возможностей береговых систем мониторинга обстановки в акваториях, в том числе систем управления движением судов. Используя ресурсы одного из лидеров в сфере работы с материалами космической съемки ИТЦ «СканЭкс» департамент береговых систем ЗАО «Транзас Консалтинг» планирует существенно расширить использование радиолокационных спутниковых снимков, как источника актуальной и объективной информации [82].

На территории России Центр «СканЭкс» располагает сетью станций приема космической информации, которые в квазиреальном масштабе времени обеспечивают поступление и обработку радиолокационных изображений спутников RADARSAT-1 (Канада) и ENVISAT-1 (Европейское космическое агентство). Данные радиолокационных спутников позволяют проводить оперативный всепогодный мониторинг судовой и экологической обстановок в акваториях. Новая функция отображения оперативно принятых данных дистанционного зондирования Земли в формате GeoTIFF реализована в линейке программных продуктов мониторинга движения судов Navi-Harbour/Navi-Monitor/AIS-Monitor департамента береговых систем ЗАО «Транзас Консалтинг».

Одновременное отображение спутниковых снимков, информация о местоположении и динамике движения судов (на базе информации РЛС, СУДС, АИС, LRIT), а также данных электронной картографии открывают широкие перспективы в области усовершенствования и наращивания рабочих возможностей мониторинговых систем и СУДС.

Технология спутникового мониторинга акваторий эффективно используется в промышленно-развитых странах, ведущих морских компаниях. Сервис Clean Sea Net Европейского агентства морской безопасности предназначен для обнаружения нефтяных загрязнений акваторий. В рамках программы GMES осуществляется слежение за перемещением судов, выявление нелегальной деятельности.

Первая интегрированная система управления движением судов производства компании ЗАО «Транзас Консалтинг» с использованием оперативной спутниковой информации, предоставляемой Центром «СканЭкс» уже внедрена для задач Каспийского региона.

Новые технологические возможности мониторинговых систем и СУДС могут стать источником незаменимой информации в работе администраций морских портов, спасательно-координационных центров, нефте- и газодобывающих платформ и компаний, МЧС РФ, Федеральной службы по надзору в сфере природопользования.

Инженерно-технологический Центр «СканЭкс» осуществляет прием на сети собственных станций УниСкан™ и распространение радиолокационных данных RADARSAT-1 и ENVISAT-1 на территории России и стран СНГ в рамках лицензионного соглашения с Канадским Космическим Агентством и компаниями MDA Geospatial Services Inc и Eurimac S.P.A.

ООО ЗАО «Транзас Консалтинг» Украина в 2001 г. объявила о сертификации Морским Регистром Судоходства Украины системы мониторинга надводной обстановки собственного производства на базе АИС и РЛС данных «TRU Monitor», с использованием современных технологий ЗАО «Транзас Консалтинг» [83]. TRU Monitor» является продолжением ранее разработанной специалистами ЗАО «Транзас Консалтинг» системы мониторинга и предназначена специально для рынка Украины и причерноморских стран. Пользуется успехом у судоходных компаний, операторов портового флота, судовых агентов, диспетчерского аппарата морских и речных портов, ВМС и пограничных сил, а также контролирующих органов в сфере безопасности судоходства.

Основой картографического модуля «TRU Monitor» являются карты формата S-57. Выводится подробная информация карт, в точности соответствующая официальным картам соответствующего производителя. Каждое картографическое окно может быть настроено по особым параметрам: режим отображения, угол поворота. Для облегчения навигации оператора по картографическим окнам, а также для получения дополнительной информации реализованы картографические инструменты: центрирование, увеличение, уменьшение, увеличение зоны и измерение расстояний.

Мультиоконный интерфейс позволяет осуществлять мониторинг сразу нескольких участков, с разными настройками детализации и масштабирования. Система позволяет прогнозировать маршрут цели, сама предсказывает маршрут цели в тот момент, когда данные о положении еще не обновлены.

Отображение целей может быть настроено оператором каждого картографического окна. Поддерживается два режима целей: классический и продвинутый. В продвинутом режиме отображения целей при уменьшении масштаба находящиеся рядом суда группируются.

Обладает режимом записи информации (постоянная запись обстановки, аудиоинформация с подключённого источника, снимки экрана), а также режимом её воспроизведения. Поддерживает работу радар-процессора в режиме управления с радарными Bridge Master, Furuno, Terma, Gem в автоматическом режиме – с любыми типами радаров. Позволяет работать с любым количеством источников АИС и РЛС данных.

С помощью погодного модуля отображает информацию о параметрах – давление, температура, волнение моря, – используя в качестве источника информации любую службу, предоставляющую данные в стандартном GRIB-формате.

Для операторов портофлотов предусмотрена возможность измерения и записи «своих судов» в режиме «на ходу» и «на стоянке». В представленной системе учтены многочисленные пожелания капитанов портов, диспетчеров, Госфлотинспекции, а также иных пользователей системы мониторинга надводной обстановки производства ЗАО «Транзас Консалтинг».

3.3.4 Модели экспертной системы мониторинга морской среды

В настоящее время в связи с бурным развитием судоходства в мире остро стоит проблема обеспечения безопасности движения морских судов, особенно в акваториях, где существует интенсивный трафик движения судов, в узких проливах, прибрежных зонах. Эту проблему сообща решают в странах Европейского Союза, развивая систему управления и информационного обеспечения судоходства VTMISS (Vessel Traffic Management and Information System) [84].

В России создается единая система контроля и управления судами, развивается глобальная система связи при бедствиях на море, создается большое количество автоматизированных систем управления судном, мониторинга, идентификации судов, информационной поддержки для центров береговой охраны [85].

Для снижения рисков столкновения судов создана глобальная система управления движением судов и мониторинга в прибрежных морских районах, в составе которой используют спутниковые средства навигации и связи, автоматизированные информационные (идентификационные) системы для автоматического сбора информации о судах.

Несмотря на постоянный прогресс в техническом обеспечении судов средствами предупреждения столкновений, проблема столкновения судов сохраняется вследствие многих причин, в том числе, субъективность принятия решений об опасности столкновения и маневрирования.

Субъективная составляющая проблемы столкновений считается одной из основных, что и является причиной расширяющейся автоматизации в этой проблемной области. Автоматизация дополняется обязательным освоением и закреплением нормативного опыта действий лицами, на которых возложена ответственность за принятие решений по предотвращению столкновений судов.

Но реальность проблемы столкновений судов такова, что к обучающей поддержке и нормативному опыту часто необходимо обращаться в реальных ситуациях возможного столкновения. По этой причине разрабатывают и внедряют в практику управления судами средства моделирования и принятия решений, в том числе, и экспертные системы мониторинга ближней надводной обстановки.

Ориентируясь на современную практику мониторинга надводной обстановки и проблемы столкновения судов, обусловленные «человеческим фактором», предложено использовать вопросно-ответный подход и опыт экспертных систем для разработки средств, помогающих в принятии решений по предупреждению столкновения судов [86–91].

Предложена, исследована и проверена совокупность новых моделей, использование которых в экспертном мониторинге предоставляет лицам, ответственным за вахту, на основе прогнозов своевременно планировать и осуществлять двухшаговые расхождения с судами, снижая при этом степень опасности окружающих судов, что опосредованно снижает вероятность столкновения с ними своего судна.

Первая из них представляет собой многоагентную модель надводной обстановки, обеспечивающую для своего судна формирование номенклатуры опасных сближений, в которых учитываются прогнозы на характеристики типового маневра расхождения, обусловленного обязательным выполнением правил МППСС-72, что позволяет планировать расхождение судов с учётом событий, изменяющих направление и скорость до их обнаружения с помощью средств навигации и, тем самым, увеличить запас времени для принятия решений, предупреждающих столкновения.

Вторая разработанная модель – это модель экспертной системы, в которой используется единообразный вопросно-ответный интерфейс, как к статике представления, так и в динамике исполнения базовых функций ЭС, что упрощает их программирование и ситуативное использование.

Третья модель воспроизводит базу опыта системы экспертного мониторинга, в которой каждый прецедент открыт для доступа в ряде версий, повышающих функциональный потенциал мониторинга за счёт расширения множества задач, решаемых в процессе мониторинга.

Дополняет совокупность разработанных моделей система прецедентов, моделирующих нормативный опыт МППСС-72, открывающих возможность её настройки на специфику своего судна с учётом хорошей морской практики.

3.4 Интеллектуальные методы проектирования САС и управления судами

Принципиальное отличие интеллектуальных систем от любых других систем автоматизации заключается в наличии базы знаний о предметной среде, в которой решается задача. Неинтеллектуальная система при отсутствии каких-либо входных данных прекращает решение задачи, интеллектуальная же система недостающие данные извлекает из базы знаний и решение завершает.

Интеллектуальная информационная система – это ИС, которая основана на концепции использования базы знаний для генерации алгоритмов решения задач различных классов в зависимости от конкретных информационных потребностей пользователей [92].

Для интеллектуальных информационных систем, ориентированных на генерацию алгоритмов решения задач, характерны следующие признаки: развитые коммуникативные способности, умение решать сложные плохо формализуемые задачи и способность к самообучению.

Коммуникативные способности ИИС характеризуют способ взаимодействия (интерфейса) конечного пользователя с системой.

Сложные плохо формализуемые задачи – это задачи, которые требуют построения оригинального алгоритма решения в зависимости от конкретной ситуации, для которой могут быть характерны неопределенность и динамичность исходных данных и знаний.

3.4.1 Проектирование судовых автоматизированных систем

Одной из основных задач проектирования судовых автоматизированных систем является задача параметрической оптимизации, т.е. задача выбора оптимальных значений параметров САС, исходя из требований, предъявляемых к качеству процессов в различных режимах работы этих систем.

Решение задач параметрической оптимизации САС сталкивается с рядом трудностей, связанных с особенностями этих систем, среди которых многофункциональность и многорежимность САС, что вызывает большое число противоречивых требований, предъявляемых к системам; необходимость учета широкого диапазона изменения оптимизируемых параметров, а также ограничений на значения отдельных показателей качества процессов; сложность вычислительных моделей показателей качества процессов в САС, представляющих собой нелинейные дифференциальные уравнения достаточно высокого порядка; отсутствие связи между специализированными моделями отдельных показателей качества, характеризующих различные режимы, а также необходимость в отдельных случаях учитывать наличие случайных воздействий [93].

Из вышеизложенного следует, что применение, как классических методов синтеза автоматических систем, так и итеративных методов оптимизации, основанных на полном математическом описании процессов в системах, неприменимы для решения задач параметрической оптимизации САС с учетом вышеприведенных особенностей. В то же время отказ от многокритериальности, упрощение вычислительных моделей или неучет ограничений на значения показателей качества и оптимизируемых параметров может привести к неверным результатам.

В настоящее время имеется большое количество работ, посвященных проблемам параметрической многокритериальной оптимизации. Однако большинство указанных публикаций посвящено либо поиску Парето-оптимальных вариантов, либо свертыванию показателей (критериев) качества в один обобщенный показатель, представляющий собой средневзвешенную степенную функцию, что во многих случаях не позволяет учесть специфику параметрической оптимизации САС.

Чтобы найти решение задач параметрической многокритериальной оптимизации САС, разработан новый научный подход, основанный на сочетании методов планирования эвристического и вычислительного экспериментов и методов математического программирования [94].

В связи с этим возникает необходимость создания иерархической системы моделей, при разработке которой предусмотрено сочетание строго формализуемых и эвристических методов исследования и оптимизации сложных систем, в частности методов теории планирования эксперимента, принятия решений и нелинейного программирования.

Один или несколько верхних уровней представляют собой полиномиальные неаддитивные функции предпочтения (целевые или критериальные функции), а нижний уровень – полиномиальные зависимости показателей качества процессов от оптимизируемых параметров. При этом широко используется концепция активной идентификации сложных систем, основанная на планировании вычислительного и эвристического экспериментов.

Для обеспечения идентификации полиномиальных функций предпочтения разработана последовательность процедур, которая включает в себя как стандартные процедуры (ранжирование показателей, определение их весовых коэффициентов), так и вновь разработанные, в частности, определение условных функций предпочтения и интервальных оценок неаддитивных функций предпочтения с учетом взаимного влияния значений показателей.

Пользуясь системой иерархических полиномиальных моделей, можно достаточно просто свести задачу многокритериальной оптимизации к стандартной задаче нелинейного программирования.

Разработанный подход к многокритериальной оптимизации, основанный на иерархической системе полиномиальных моделей, позволяет повысить эффективность оптимального проектирования сложных САС с учетом противоречивых требований, предъявляемых к качеству процессов в различных режимах САС.

В рамках нового подхода выполнена формализация задачи многокритериальной параметрической оптимизации автоматической системы управления курсом судна в различных режимах функционирования. Также осуществлён выбор оптимальных значений регулируемых параметров автоматической системы управления судном во всех исследуемых режимах при действии нерегулярного морского волнения с учетом величины курсового угла судна относительно бега волн.

Полученные результаты подтвердили эффективность и практическую реализуемость нового научного подхода к многокритериальной параметрической оптимизации судовых технических систем, и целесообразность его применения в практике проектирования судовых систем.

Другие примеры результатов исследований, направленных на оптимальное проектирование судовых автоматизированных систем, – исследование аппаратно-программных комплексов обмена информацией, приведены в работе [95].

3.4.2 Перспективы использования нейронечетких и гибридных технологий в СУДС [96]

Ниже приведены перспективы и возможности применения интеллектуальных систем, в том числе, нейронечетких и гибридных для решения задач автоматического управления движением морских судов.

Применение традиционных методов теории автоматического управления для решения поставленной задачи на современном этапе представляется довольно затруднительным в силу следующих особенностей морского судна, как управляемого объекта: относительно большая инерционность; неполная управляемость и возможность потери управляемости; влияние на динамические свойства судов изменений загрузки и рейсовых условий; различия в управляемости из-за многообразия двигательного-рулевого комплексов, размеров, форм корпуса, винта, биообрастания корпусов.

Судно представляет собой сложный, нелинейный динамический объект, построение адекватной математической модели которого представляет серьезные технические проблемы.

Рассматривая процесс моделирования систем автоматического управления курсом судна, традиционная теория управления идет на ряд существенных упрощений (постоянство скорости и осадка судна, отсутствие турбулентности вокруг корпуса, незначительные углы перекадки руля). В результате, в практике инженерных расчетов судно обычно моделируется апериодическим звеном второго порядка с интегратором (модель Номото второго порядка).

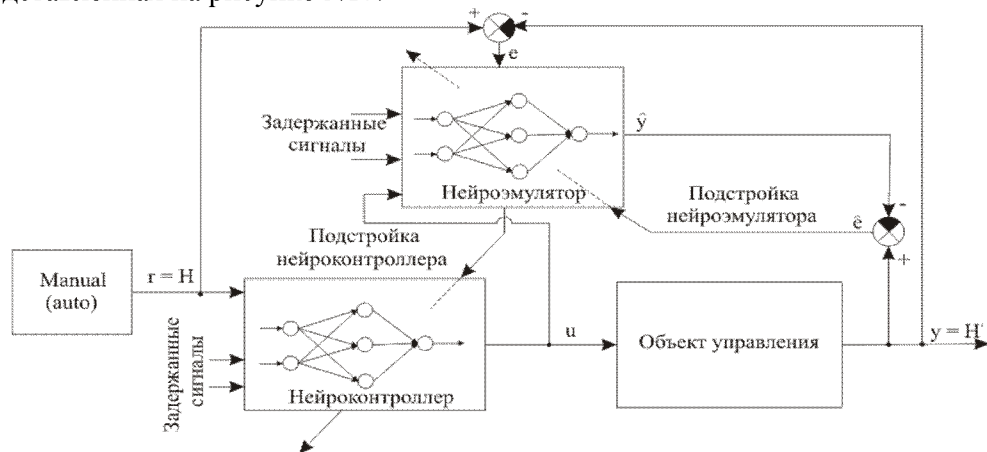
При создании адаптивных систем автоматического управления движением судна подобная упрощенная модель не может использоваться в качестве эталонной, поскольку она не в состоянии корректно описывать меняющуюся динамику судна [97]. В условиях управления сложными, плохо формализован-

ными объектами успешно зарекомендовали себя интеллектуальные методы управления [97, 98], реализованные на искусственных нейронных сетях, нечеткой логике, идеях синергетики.

Среди успешно решаемых с помощью искусственных нейронных сетей задач особо стоит отметить задачи идентификации и управления. Процесс идентификации морского судна, т.е. осуществление его адекватного математического описания, как объекта управления в рассматриваемой задаче классическими методами ТАУ, является довольно затруднительным в силу чрезмерно громоздкого математического аппарата.

Однако применение нейронных сетей позволяет избавить разработчиков от этих сложностей. Для успешной идентификации управляемого объекта достаточно наблюдать его в основном рабочем диапазоне, составляя при этом базу данных «вход–выход», используемую в дальнейшем в качестве обучающей выборки. Применяв процедуру обучения к нейронной сети определенной архитектуры на достаточном количестве примеров, можно добиться практически полной идентификации объекта. Необходимо отметить, что выбор архитектуры и типа искусственных нейронных сетей должен быть сделан обоснованно, с учетом сложности реального объекта управления. Полученная таким образом прямая нейросетевая модель может в дальнейшем быть использована в контуре адаптивного управления. Методы нейронного управления, подробно описанные в [96], в основном, базируются на использовании инверсной модели управляемого объекта, которая может быть получена аналогичным образом.

В качестве объекта исследования выбрано пассажирское судно длиной 171 м. В силу известных сложностей с натурными испытаниями исследования проводили на полномасштабном симуляторе ходового мостика судна Navi-Trainer 4000 фирмы ЗАО «Транзас Консалтинг». В результате испытаний составлена обучающая выборка образцов для обучения прямой и инверсной нейросетевой модели. В качестве контура нейронного управления была предложена схема, представленная на рисунке 3.17.



r – вход в систему управления; \hat{y} – выход эмулятора; u – управление;
 y – выход из системы; e – ошибка системы; \hat{e} – ошибка эмуляции

Рисунок 3.17 – Схема нейруправления с эталонной моделью (эмулятором) и контроллером

В качестве среды моделирования и обучения нейронных сетей использован инженерный пакет Matlab 7,0 с расширением Neural Networks Toolbox. Функциональная схема системы управления судном с нейросимулятором и нейроконтроллером приведена на рисунке 3.18.

Переходный процесс изменения курса судна $K(t)$ (верхние графики) и отработки пера руля $u(t)$ (нижние графики) для нейросетевой системы (слева) и ПИД-регулятора (справа) при отклонении на небольшую величину в автоматическом режиме, представлен на рисунке 3.18. Результаты моделирования в других режимах (волнение, резкие параметрические возмущения) описаны в работе [96].

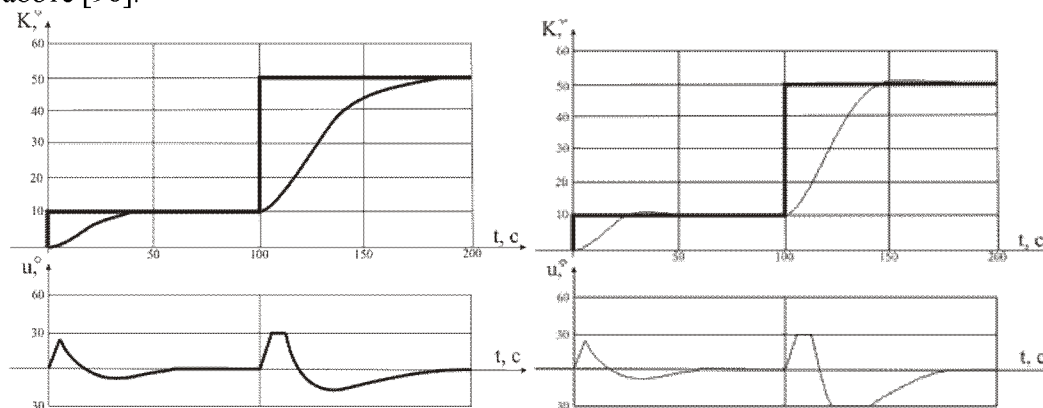


Рисунок 3.18 – Переходный процесс изменения курса судна $K(t)$ (верхние графики) и отработки пера руля $u(t)$ (нижние графики) для нейросетевой системы (слева) и ПИД-регулятора (справа)

Из рисунка 3.18 следует, что нейросетевая система способна качественно, без перерегулирования выводить судно на новый курс. Аналогичный переходный процесс в САУКС с ПИД-регулятором, наиболее широко используемым в настоящее время в судовых авторулевых, сильнее нагружает рулевую машину и выводит судно на новый курс с небольшим перерегулированием. Необходимо отметить, что недостатком нейронных сетей в управлении является необходимость их обучения, что в общем случае является довольно трудоемкой задачей. При этом, как показывает практика, итог обучения может быть не всегда очевиден и корректен.

Интенсивные разработки ведутся в области создания систем управления движением судов на нечеткой логике и гибридных сетях, сочетающих нейронный и нечеткий подход с генетическими методами настройки параметров. Так, компания Sperry Marine заявила о создании и успешном внедрении судового авторулевого на нечеткой логике (модель NaviPilot AD II). По понятным причинам, конкретные схемные реализации и алгоритмы компания не раскрывает.

Достоинством нечетких систем управления является их способность работать с качественной информацией, преобразуя и обрабатывая ее в численной форме. При этом в нечетких системах в сравнении с линейными существует

гораздо больше возможностей учесть нелинейную динамику объекта управления, например, с помощью нелинейных функций принадлежности. Работы в этой области [98, 99] направлены на исследование и моделирование нечеткого контроллера в САУКС. В них показано, что нечеткий контроллер способен работать, как минимум не хуже, чем традиционный ПИД-регулятор, однако нечеткая система управления не является в полной мере самонастраивающейся. Для реализации самонастройки, как вариант может использоваться нейро-нечеткая структура типа ANFIS [100, 101].

3.4.3 Моделирование систем управления движением судов и морских подвижных комплексов

Новые требования к результатам работы систем автоматизации управления требуют и новых решений в этой области. Предложения различных авторов и групп исследователей на этот счёт самые разнообразные – от необходимости заново вывести уравнения движения судна с учётом накопившихся неточностей до перехода к интеллектуальным методам решений с использованием новейших достижений информационных технологий.

Движение судна традиционно рассматривается в неподвижной системе координат, связанной, с берегами акватории. При этом объектом, движение которого рассматривается, является исключительно только судно, кинематика окружающей среды в данном случае не учитывается [102].

В этой постановке задачи в уравнения динамики входят только силы, действующие непосредственно на судно. Такие силы удобно раскладывать по естественным осям судна – продольной, поперечной и вертикальной. Поэтому уравнения движения логично формировать в проекциях именно на эти оси. Следовательно, одновременно с неподвижной системой координат рассматривается подвижная, связанная с судном системами координат.

Обе эти системы координат при направлениях осей вертикально вверх являются правыми, что традиционно для классической механики и не традиционно для теории управления судном. Исторически сложившаяся в судовождении специфика выбора систем координат при решении поставленной задачи, как классической механики, представляется не совсем корректной.

Показано, что вполне возможен более естественный и более простой путь формирования уравнений динамики плоскопараллельного движения судна по акватории, нежели тот, который принят в традиционной методологии по судовождению. Этот путь опирается на общие методы классической механики и не использует результатов решения задачи гидромеханики о движении несамородного тела в безграничной несжимаемой жидкости, а поэтому свободен от всех присущих ей допущений и погрешностей.

Демонстрируемый подход предполагает определение гидродинамических характеристик судна в модельных или натурных экспериментах, причем использование отвлеченного понятия присоединенных масс становится излишним.

Работа морских подвижных комплексов происходит в условиях случайных ветроволновых возмущений, поверхностных и подводных течений, сопровождается ошибками в определении местоположения судна и необитаемого подводного аппарата и характеризуется высокой сложностью управления.

Для повышения эффективности работ создаются различные системы автоматического управления движением элементов МПК, реализующие режимы отслеживания заданной траектории и динамического позиционирования.

Следует отметить, что существующие САУД морских подвижных объектов ориентированы на относительно простые, в основном, прямолинейные, траектории, задаваемые набором путевых точек. Управление движением при этом реализуется в связанной системе координат и сводится, по сути, к управлению только курсом. При этом алгоритмы управления движением в базовой СК исследованы недостаточно.

Кроме того, в большинстве реальных САУД надводных судов и подводных аппаратов управляющие воздействия формируются на основе методов теории автоматического управления, с использованием пропорционально-интегрально-дифференциального регулятора, реализующего обратную связь по отклонению курса от заданного, интеграла от этого отклонения, и производной от него.

В отдельных, преимущественно зарубежных НПА, используют алгоритмы, основанные на элементах теории оптимальной фильтрации, при этом алгоритмы оптимального оценивания, основанные на математических моделях движения управляемого объекта и моделях навигационных средств, также недостаточно исследованы.

Вместе с тем, именно создание, моделирование и оптимизация алгоритмов совместного оценивания параметров и координированного управления в базовой СК позволит обеспечить движение элементов МПК с высокой точностью по различным криволинейным траекториям, что приведет к уменьшению затрат на проведение исследований Мирового океана [103].

Таким образом, задача моделирования и оптимизации систем управления движением МПК является весьма актуальной.

Современные системы автоматического управления морскими подвижными комплексами строят, как многоуровневые иерархические распределенные системы. Это позволяет обеспечить высокий уровень надежности и живучести за счет рационального распределения функций между составными частями системы, независимости функционирования аппаратуры нижнего уровня от аппаратуры верхнего уровня, а также за счет сокращения потоков и объемов информации, передаваемой на верхние уровни вследствие ее обработки на нижнем уровне.

Программа моделирования системы автоматического управления морскими подвижными комплексами разработана в соответствии с этими принципами и представлена тремя уровнями иерархии: верхним, средним и нижним.

Структурная схема программы моделирования САУД морского подвижного комплекса приведена на рисунке 3.19 [104].

При разработке программного обеспечения применялась модульная архитектура. Отдельные модули выполняют четко определенный им функционал, что позволяет запускать их не только в различных процессах, но и на различных компьютерах в одной сети. Взаимодействие между модулями происходит по определенным протоколам.

Программа поддерживает моделирование нескольких режимов автоматического управления движением: динамическое позиционирование, стабилизацию движения по линии заданного пути, движение по заданной траектории, полуавтоматическое управление движением на низкой скорости.

Разработанная программа позволяет моделировать различные режимы работы системы автоматического управления при различных внешних воздействиях.

3.4.4 Синтез адаптивного закона управления морским судном при стабилизации на траектории [105]

В настоящее время актуальна задача стабилизации судна на траектории, поскольку её решение позволяет радикально улучшить эффективность автоматизированного судовождения по сравнению с широко используемой стабилизацией судна на курсе. Однако, препятствием для реализации этого решения являются неполнота предложенных ранее подходов и невысокая точность определения координат судна средствами радионавигационных систем.



Рисунок 3.19 – Структурная схема программы моделирования

Повсеместное распространение высокоточных спутниковых навигационных систем GPS и ГЛОНАСС и существенный рост производительности вычислительных средств открывают новые возможности для повышения уровня стабилизации судна на траектории. Решение этой задачи позволит повысить уровень автоматизации и безопасности судоходства, обеспечить экономию расхода топлива и соблюдение временного графика переходов, уменьшить число переключений руля, выполнить требования ММО к системам управления движением судов на траектории, а также автоматизировать решение специальных задач судовождения, проведение съемки профилей рельефа дна и геофизических полей, обеспечение трубо- и кабелеукладочных работ.

В настоящее время имеется коммерческая и техническая возможность установки на судах недорогих малогабаритных ИНС с целью повышения эффективности управления. Исследование возможности использования информации ИНС при решении задач управления движением судна, выработке требований к точности чувствительных элементов ИНС, рассмотрении способов обработки информации ИНС/СНС также являются актуальными.

Синтез закона управления целесообразно проводить в соответствии с точностным критерием качества обеспечения безопасности судоходства в зонах интенсивного движения судов и при плавании в узкостях, так и с экономическим критерием при плавании на переходе в открытом море. Однако, нелинейный характер модели морских судов и неопределенность знания ее параметров, стохастический характер ветро-волновых возмущений, а также погрешности навигационных датчиков приводят к достаточно сложной для исследования и реализации задаче синтеза оптимального управления.

Эта задача может быть решена с помощью известных из теории оптимального управления методов динамического программирования или стохастического принципа максимума. Однако строгое решение этой задачи в общем случае не удастся получить в форме, обеспечивающей синтез управления в реальном времени. При достаточно общих допущениях на вид нелинейных функций, входящих в уравнения движения объекта, и квадратичной форме критерия удастся получить, не решая нелинейную задачу оптимизации, нижнюю и верхнюю границы значения критерия при оптимальном управлении. Их знание позволяет оценить качество эффективного субоптимального закона управления судном и обосновать возможность его использования. При этом возникает ряд нерешенных к настоящему времени научных проблем, основными из которых являются:

- разработка методов синтеза робастного закона управления при неопределенности параметров модели судна;
- выбор метода идентификации и оценки вектора состояния для реализации адаптивного управления;
- исследование методов построения субоптимальных законов управления, позволяющих осуществить их реализацию в реальном времени.

Результаты выполненных в ЦНИИ «Электроприбор» научных исследований (в период 1993–2000 гг.) в рамках Федеральной целевой программы «Российские верфи» включают:

– алгоритмы синтеза робастного закона управления, построения субоптимального закона управления, использующего знание переменных балансирующего режима, экономический критерий, полные модели судна и возмущений использованы в разработках ФНПЦ НПО «Аврора»;

– алгоритм синтеза адаптивного закона управления движением судна при стабилизации на траектории – внедрен в разработанных ЦНИИ «Электроприбор» экспериментальных образцах приборов-приставок к авторулевому (ОКР «Лощман», «Рейс») и электронной картографической навигационно-управляющей системе «Утес» (ОКР «Буревестник»);

– экономический и точностной критерии оптимальности движения судна на траектории, математические модели движения судна, модель медленноменяющихся ветровых возмущений, учитывающая корреляцию силы и момента, модель высокочастотного волнового воздействия, программы синтеза управления, идентификации модели судна и фильтрации навигационных измерений – использованы в разработках ЦНИИ «Электроприбор» (НИР «Фетида», «Жемчуг», «Румпель», «Автомат», «Навигация», «Управление распределенными морскими подвижными объектами»);

– алгоритмы неинвариантной обработки навигационной информации и синтеза субоптимального закона управления в условиях медленноменяющихся стохастических возмущений, разработанные с введением так называемого балансирующего режима – использованы в разработках ЦНИИ «Электроприбор» (НИР «Разработка методов построения интегрированных информационно-измерительных систем судовождения»).

Разработанные методы носят общий характер и могут быть применены в перспективных и модернизируемых существующих навигационно-управляющих системах и комплексах для решения широкого круга задач стабилизации подвижных объектов, в том числе в системах стабилизации на курсе, траектории, системе галсов, в системах динамического позиционирования в точке для морских судов различного назначения.

Совокупность разработанных теоретических положений необходимо квалифицировать, как научно-обоснованные решения, развивающие теорию стохастического управления в части синтеза закона управления при неопределенностях параметров объекта и методов обработки данных, внедрение которых приводит к существенным практическим результатам.

3.4.5 Синтез моделей механизма предвидения для экспертных систем судна [106]

Исследования, направленные на уменьшение аварийности на флоте при управлении такими сложными объектами, как судно, и поддержание состояния их безопасной эксплуатации на уровне, определены действующими Международными Морскими Конвенциями.

Одним из направлений совершенствования управления судном в целях обеспечения безопасности судовождения является создание современных судовых информационных систем. Такая информационная система должна выполнять следующие основные функции: определять текущие значения параметров, характеризующих динамические свойства судна при заданных управляющих воздействиях в конкретных условиях плавания; идентифицировать математические модели и маневренные характеристики судна с учетом полученных значений указанных выше параметров; использовать идентифицированные модели и маневренные характеристики судна для адекватного прогнозирования развития ситуации при любом планируемом управлении судном. Информационная система, выполняющая такие функции, может быть отнесена к классу экспертных систем.

Прогнозирование движения любой динамической системы основывается на результатах математического моделирования процесса движения этой системы с использованием ее идентифицированной универсальной математической модели или нескольких частных математических моделей. Прогнозирование движения судна в данном случае не является исключением.

При этом необходимо иметь в виду, что для обеспечения безопасности движения судна, выполняемого в конкретных условиях плавания и с определенной целью, требуется соблюдение ряда условий организационно-технического характера, в определенном смысле ограничивающих свободу его движения.

Кроме того, любой маневр, выполняемый отдельно или в рамках осуществляемой ключевой судовой операции, не приведет к достижению поставленной цели, если будет проигнорировано или неверно учтено влияние внешних факторов в районе выполнения маневра на динамические характеристики судна.

В результате прогнозировать приходится не движение судна без ограничений, а движение с заданной целью при соблюдении установленных норм и правил, как организационного, так и технического характера, а также с учетом текущих условий плавания.

Предвидение развития ситуации в процессе выполнения сложного маневрирования с учетом всех перечисленных выше факторов – достаточно сложная задача, решение которой требует нетрадиционного подхода. В частности, для адекватного прогнозирования развития ситуации при любом планируемом управлении судном с целью его безопасного маневрирования в конкретных условиях плавания или выполнения штатной судовой операции необходимо наличие экспертной системы в структуре социотехнической системы управления безопасным состоянием судна. В свою очередь, в структуре экспертной системы, обеспечивающей безопасную эксплуатацию судна, должен функционировать механизм предвидения развития ситуации при выполнении судоводителем управляющих действий, представленный его математической моделью в общем алгоритме управления социотехнической системой.

Социотехническая система управления безопасным состоянием эксплуатации судна включает в себя:

- техническое средство (судно) с его математическими моделями и маневренными характеристиками;
- экспертную систему, способствующую уменьшению влияния «человеческого фактора» на безопасность эксплуатации судна за счет использования в ней механизма предвидения;
- оператора (судоводителя), который в рамках этой системы осуществляет безопасное судовождение, в частности, при выполнении штатных судовых операций.

По результатам выполненной работы установлено, что:

- неограниченная универсализация математических моделей маневрирующего судна за счет расширения их элементного множества и усложнения алгебраической системы математического объекта, а также учета действия внешней среды, моделируемого аддитивным и мультипликативным «белым» шумом, не способствует обеспечению требуемой устойчивости и точности прогноза;
- бинарная декомпозиция математического объекта, представленного в виде универсальной математической модели маневрирующего судна, способна обеспечить формирование адекватных малопараметрических моделей процессов, описывающих изменения отдельных компонентов состояния судна при выполнении штатных судовых операций;
- целенаправленный синтез прогностических моделей процессов с признаками универсальности может быть основан на принципе ветвления в заданных границах и представлен с помощью достаточно простой и наглядной методики;
- приемы параметрической идентификации малоразмерных по параметрам моделей процессов, в том числе и по эмпирической обучающей выборке, описывают изменения отдельных компонентов состояния судна с достаточной для прогнозирования точностью.

Экспериментальная часть работы основана на результатах многочисленных модельных экспериментов на базе разработанных в ходе научных исследований идентифицированных математических моделей судов с моделированием наиболее вероятных эксплуатационных условий (ветер, волнение, мелководье), а также натурных экспериментов, проведённых в разное время года, при различных метеоусловиях, в разных районах Баренцева моря.

В результате разработаны программные продукты двойного назначения, которые могут использоваться, как в тренажерной технике, так и в качестве отдельных модулей механизма предвидения экспертных систем, обеспечивающих безопасную эксплуатацию судна.

3.4.6 Модель эргатической системы, составленной на объединении «ИСМ – судоводитель» [107, 108]

Эргатическая система – это сложная система управления, составным элементом которой является человек-оператор (или группа операторов) – ИСМ.

Основным назначением ИСМ является сбор и обработка информации, которая поступает на ее вход от технических средств судовождения, а также создание модели навигационного процесса в реальном масштабе времени [108]. В общем случае формирование модели навигационного процесса и ее отображение на электронном носителе в ИСМ осуществляется в рамках следующей последовательности действий:

- сбор информации от периферийных источников и поставка ее в интегрированную систему;
- создание модели навигационного процесса на основе информации, содержащейся в поступающих сообщениях;
- отображение создаваемой модели в удобной для восприятия форме и выделение наиболее значимых событий, связанных с появлением навигационных рисков.

Перечисленная последовательность действий позволяет считать, что система создает не столько базу данных, необходимую для контроля состояния навигационного процесса, сколько некоторое пространство знаний, которое является исходным для управленческой деятельности судоводителя. Тогда объединение «ИСМ – судоводитель» следует отнести к классу эргатических систем. Именно в таких системах допустимо рассматривать практически все формы взаимодействия объектов друг с другом. Применительно к данному случаю необходимо рассматривать взаимодействия на информационном и силовом уровнях.

Модель эргатической системы, составленной на объединении «ИСМ – судоводитель», обеспечивающей эффективное управление навигационной аппаратурой с обязательным условием минимизации навигационных рисков, целесообразно рассматривать, как граф функционирования (рис. 3.20).

Графом фиксированы следующие состояния модели: 1 – сбор поступающей информации и определение меры ее важности, осуществляемые интегрированной системой мостика; 2 – восприятие судоводителем информационной модели навигационного процесса из пространства знаний *SK*; 3 – принятие решений и реализация действий, определенных в пространстве решений *SR* и направленных на эффективное управление ИСМ; 4 – выполнение контрольных мероприятий и корректирующих действий, повышающих эффективность эксплуатации аппаратуры и реализуемых в пространстве контроля *SC*.

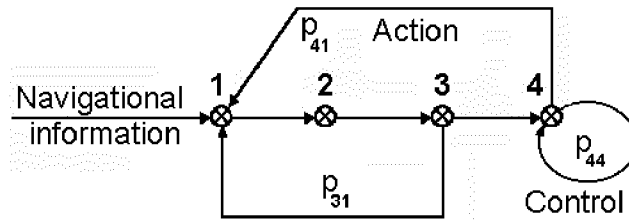


Рисунок 3.20 – Граф функционирования

Факт пребывания системы в состоянии 4 характеризует согласованность пространства SR с пространством SK во времени. Такое согласование можно получить, если разработать и внедрить интеллектуальные модели взаимодействия судоводителя с аппаратурой, объединенные в единый организационный проект.

За время пребывания в пространстве $SK = \{1,2\}$ осуществляется собственно восприятие модели навигационного процесса и определение меры важности информации, за время пребывания в пространстве $SR = \{1, 2, 3\}$ эти процессы завершаются принятием решения на управление ИСМ и реализацией этого решения с помощью определенного действия. Следует подчеркнуть, что состояние 1 в графе функционирования является для обоих пространств начальным. При наличии эффективного организационного проекта пространства SK и SR должны быть согласованными, и, следовательно, обратные переходы в модели эргатической системы возможны только из состояния 3.

Если через θ и γ_i ($i = 1, 2, 3$) обозначить, соответственно, время между последовательными моментами поступления очередных порций входной информации и время пребывания системы в состоянии i , то переход 3–4 (решение принято) произойдет лишь при выполнении условия:

$$\gamma_3 \leq \theta - (\gamma_1 + \gamma_2), \quad (3.1)$$

а переход 3–1 (данных недостаточно для принятия решения – запрос дополнительной информации) – если:

$$\gamma_3 > \theta - (\gamma_1 + \gamma_2). \quad (3.2)$$

Тогда степень эффективности составленных интеллектуальных моделей, объединенных в организационный проект, может быть оценена по разности:

$$\Delta\tau = \tau_1(SR) - \tau_1(SK), \quad (3.3)$$

где $\tau_1(SR)$ и $\tau_1(SK)$ – время пребывания модели эргатической системы в пространстве знаний и решений, соответственно, при общем для них начальном состоянии 1.

С учетом направлений переходов и соответствующих им весов (вероятностей) (рис. 3.20), средняя величина разности $\langle \Delta\tau^* \rangle$ в относительных величинах определяется следующим образом:

$$\langle \Delta \tau^* \rangle = p_{31} / p_{34} [1 + \theta_3^* / (\gamma_1^* + \gamma_2^*)] + \gamma_3^* / (\gamma_1^* + \gamma_2^*), \quad (3.4)$$

причем:

$$\theta_3^* = \theta^* - (\gamma_1^* + \gamma_2^*), \quad (3.5)$$

$$p_{31} = 1 - p_{34} = \int_0^{\infty} \left\{ \int_0^{\infty} F_{\theta}(x+y) dF_{\gamma_2}(y) \right\} dF_{\gamma_3}(x), \quad (3.6)$$

где $F_{\theta}(t)$ и $F_{\gamma}(t)$ – функции распределения случайных величин θ и γ , соответственно.

Из выражения для $\langle \Delta \tau^* \rangle$ следует, что это значение складывается из двух компонентов, причем первая компонента определяет время нахождения эргатической системы в состоянии 4 (рис. 3.20). Это время зависит от несогласованности пространств SK и SR и может быть записано следующим образом:

$$\langle \Delta \tau^* \rangle_{SC} = p_{31} / p_{34} [\theta^* / (\gamma_1^* + \gamma_2^*)]. \quad (3.7)$$

Очевидно, интеллектуальные модели, объединенные в организационный проект и обеспечивающие согласованность пространств знаний и решений, максимально реализуют свои возможности только тогда, когда $\langle \Delta \tau^* \rangle_{SC} = 0$, т.е. когда:

$$\int_0^{\infty} \left\{ \int_0^{\infty} F_{\theta}(x+y) dF_{\gamma_2}(y) \right\} dF_{\gamma_3}(x) = 0. \quad (3.8)$$

Полученное условие является основным при составлении интеллектуальных моделей и подчеркивает важность согласования пространства знаний с пространством решений. Интеллектуальные модели, описывающие «правильные» информационные и силовые взаимодействия судоводителя с современными техническими средствами судовождения, включающими системы отображения, вычислительную технику, аппаратные и программные средства, должны удовлетворять уравнению (3.8).

Однако даже «правильно» составленные интеллектуальные модели не способны гарантировать принятый уровень безопасности навигации, если в пространстве знаний эргатической системы будут иметь место несоответствия между реальным навигационным процессом и его отображаемой моделью. Такие несоответствия могут генерироваться за счет сбоя датчиков навигационной информации, сопрягаемых с ИСМ. Влияние сбоя датчиков навигационной информации на пространство знаний и других воздействий описано в работе [108].

Из рассмотренного выше следует, что, в рамках развития направления дальнейшей интеграции ИСМ возникает множество новых задач по обеспечению безопасности судоходства. С другой стороны, решение этих задач так или иначе связано с моделированием сложных систем, что требует применения современных интеллектуальных средств, таких как экспертные системы.

3.5 Рекомендации по практической реализации достижений информационных технологий в обеспечении безопасности судоходства

Материалы предыдущих разделов, несмотря на неполноту охвата, связанную с ограниченным объемом главы, показывают разнообразие современных направлений развития информационных технологий. Подведём итоги и предложим рекомендации по обеспечению безопасности судоходства с использованием современных информационных технологий.

В изложенных материалах прослеживаются две основные тенденции развития информационных технологий, отражённые в её структуре, которые заключаются в следующем:

1) интеграция систем управления на всех структурных уровнях управления судоходством – от локальных судовых относительно простых подсистем, таких, как, авторулевой, до глобальных систем мониторинга и управления движением судов;

2) широкое внедрение интеллектуальных методов управления и проектирования, в том числе методов моделирования, экспертных систем, баз знаний, адаптивных законов управления, систем нечёткой логики, нейронных сетей, нейронечётких и гибридных технологий.

В этих условиях конкурентоспособность судоводителя определяется уже не только его сугубо узкопрофессиональными знаниями, умениями и компетенциями, но и степенью его осведомлённости о современных базовых принципах развития информационных технологий в обеспечении безопасности судоходства, а также умением правильно на них опираться в практике судоходства. В этой связи целесообразно констатировать, что базовые принципы должны стать частью профессиональной подготовки судоводителей.

Отсюда следует главная рекомендация: для поддержания на должном уровне собственной конкурентоспособности – современному судоводителю необходима дополнительная подготовка в области развития информационных технологий в обеспечении безопасности судоходства и периодическое повышение квалификации в этой области. Отметим, что с течением времени значимость этой рекомендации будет не только не уменьшаться, но и постоянно возрастать. Ниже, чтобы показать это, рассмотрим более конкретно, чем обусловлен процесс внедрения и развития информационных технологий в судоходстве.

Любая современная автоматизированная система управления, в том числе судовая, состоит из аппаратной части, построенной на базе микропроцессорных устройств, и программной части, в основе которой – управляющие алгоритмы. Поэтому развитие интегрированных систем автоматизации обусловлено как успехами в области цифровой электроники и вычислительной техники, так и в области разработки алгоритмов управления. Одной из наиболее мощных причин, способствующих этому развитию, является потребность автоматизации систем управления в целом, и управления судоходством, в частности.

Прогресс в области микропроцессорной вычислительной техники обусловлен стремлением к уменьшению геометрических размеров базового элемента цифровой электроники – транзистора. При этом на единице площади кристалла микропроцессора помещается всё больше транзисторов, что приводит к росту вычислительной мощности процессора. Согласно закону Мура (Гордон Мур – один из основателей фирмы Intel) число транзисторов в интегральных микросхемах удваивается каждые два года. Современные микропроцессоры производства корпорации Intel содержат один миллиард транзисторов, которые переключаются со скоростью полтора триллиона раз в секунду. Чтобы вручную переключить электрический выключатель полтора триллиона раз, человеку потребовалось бы 25 000 лет.

При таких возможностях и перспективах роста следует ожидать не просто существенное расширение функциональных возможностей вычислительной техники, а выход её на качественно новый уровень. Соответственно, должны возрасти и возможности систем управления, причём не только за счёт роста быстродействия аппаратной части, но и за счёт скорости обмена данными по линиям связи. Возможно, что в перспективе все вычислительные комплексы и системы будут составляющими единой компьютерной сети.

Параллельно микропроцессорным вычислительным устройствам в мире разрабатывают и компьютеры принципиально нового типа – нейрокомпьютеры. Образцом для их создания является система хранения и переработки информации в организме человека, в котором насчитывается более 100 миллиардов нейронов, каждый из которых может иметь контакты с другими нейронами в количестве до двадцати тысяч, через которые передаётся сигнал возбуждения цепочки нейронов. В разрабатываемых нейрокомпьютерах такие параметры пока недостижимы, но скорость обработки данных по алгоритму нейронной сети уже сейчас на несколько порядков превосходит скорость аналогичных процессов в человеческом организме. Важнейшая особенность нейрокомпьютера заключается в возможности его самообучения в ходе решения задач.

Отметим, что одновременно с развитием собственно нейрокомпьютеров происходит развитие направления, которое носит название компьютерного моделирования нейронных сетей, то есть моделирования работы нейронных структур на обычных микропроцессорных вычислительных устройствах.

Таким образом, аппаратная часть современной вычислительной техники имеет широкие перспективы развития. Развитие другой составляющей – алгоритмической – тесно связано с развитием возможностей аппаратной части. Общей тенденцией в развитии алгоритмов систем управления является, в первую очередь, их постоянное усложнение, что соответствует растущим возможностям аппаратной части и, тем самым, позволяет обеспечивать новые функциональные возможности систем управления.

Наиболее действенным в этих условиях является внедрение в системы управления новейших достижений развития информационных технологий. Принципиальное отличие интеллектуальных систем от любых других систем автоматизации заключается в наличии базы знаний о предметной среде,

в которой решается задача. Неинтеллектуальная система при отсутствии каких-либо входных данных прекращает решение задачи, интеллектуальная же система недостающие данные извлекает из базы знаний и решение завершает. Для таких систем характерны развитые коммуникативные возможности, умение решать сложные плохо формализуемые задачи и способность к самообучению.

Именно такими задачами являются задачи идентификации и управления в судовождении. Процесс идентификации морского судна, то есть, его адекватное математическое описание как объекта управления, классическими методами теории автоматического управления проблематично ввиду чрезмерно громоздкого математического аппарата. Поэтому традиционная теория управления при построении модели системы автоматического управления курсом судна, идет на ряд очень существенных упрощений (постоянство скорости и осадки судна, отсутствие турбулентности вокруг корпуса, ограничение на величину угла перекладки руля).

В результате в практике инженерных расчетов судно обычно моделируют аperiodическим звеном второго порядка с интегратором (модель Номото второго порядка). При создании адаптивных систем автоматического управления движением судна подобная упрощенная модель не может быть использована в качестве эталонной, поскольку она не в состоянии корректно описывать меняющуюся динамику судна.

При формировании управляющих воздействий системой САУКС с применением методов ТАУ используют пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) закон регулирования, реализующий обратную связь по отклонению курса от заданного, интеграла от этого отклонения, и производной от него. Однако, на практике довольно сложно в САУКС с ПИД-регулятором получить такой переходный процесс, который был бы полностью свободен от перерегулирования, оказывающего негативное влияние на величину «рыскания» судна и нагрузку на рулевую машину.

При переходе от простых к более сложным верхним уровням управления применение традиционных методов ТАУ становится ещё более сомнительным в силу следующих особенностей морского судна как управляемого объекта: относительно большая инерционность; неполная управляемость и возможность потери управляемости; влияние на динамические свойства судна изменений загрузки и путевых условий; различие в управляемости из-за многообразия движительно-рулевых комплексов, размеров и форм корпуса.

Таким образом, судно представляет собой сложный, существенно нелинейный динамический объект, построение адекватной математической модели которого представляет серьезные трудности. Успешно преодолеть эти трудности позволяют интеллектуальные методы управления, реализованные на искусственных нейронных сетях, нечеткой логике, идеях синергетики.

Использование нейросетевой системы в качестве регулятора позволяет качественно, без перерегулирования, выводить судно на новый курс. Недостатком применения нейронных сетей в системах управления является необходимость их обучения, что, в общем случае, – довольно трудоемкая задача.

При этом на практике итог обучения может быть не всегда очевиден и корректен. Поэтому на современном этапе интенсивные разработки ведут в области создания систем управления движением судов на нечеткой логике и гибридных сетях, сочетающих нейронный и нечеткий подход с генетическими методами настройки параметров (например, судовой авторулевой на нечеткой логике NaviPilot AD II компании Sperry Marine).

Достоинством нечетких систем управления является их способность работать с информацией качественного характера, которую затем преобразуют и обрабатывают уже в численной форме. При этом в нечетких системах в сравнении с линейными существует гораздо больше возможностей учесть нелинейную динамику объекта управления с помощью нелинейных функций принадлежности. Исследование и моделирование нечеткого контроллера в САУКС показывает, что нечеткий контроллер способен работать как минимум не хуже, чем традиционный ПИД-регулятор, однако нечеткая система управления не является в полной мере самонастраивающейся. Для реализации самонастройки как вариант может использоваться нейронно-нечеткая структура типа ANFIS (Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System – адаптивная сеть нечеткого вывода).

Возвращаясь к одной из главных тенденций развития информационных технологий в обеспечении безопасности судоходства – интеграции систем управления, – отметим, что с развитием информационных технологий наблюдаются следующие тенденции развития интегрированных систем управления: модернизация и смена поколений интегрированных систем управления, совершенствование аппаратного и программного обеспечения, появление новых инструментальных систем программирования контроллеров; преобразование функций оператора, переход от функций контроля и оперативного управления к функциям оперативной оптимизации с поддержанием заданных критериев эффективности; использование приемов моделирования процессов и оборудования, а также систем оптимального управления. Примерами таких интегрированных систем являются FT NavVision компании Free Technics на базе универсального экранного интерфейса оператора и Wartsila 3С компании Wartsila для управления всеми системами, оборудованием и механизмами судна (двигателями, автоматикой, силовой установкой) через общий интерфейс.

Характерным для процесса интеграции является стремление объединить многочисленные автоматизированные системы судна в единую, построенную по иерархическому принципу. Это позволяет повысить безопасность и эффективность её работы, уменьшить расходы на обеспечение аппаратной, программной и коммуникационной совместимости существующих и новых средств автоматизации, а также сократить количество членов экипажа и обеспечить возможность управления судном одним человеком с ходового мостика. Это означает, что все функции управления должны быть сконцентрированы в пределах автоматизированного рабочего места с использованием стандартного унифицированного набора интерфейсных средств в виде дисплея, клавиатуры, трэкбола. При этом количество таких АРМ, установленных на ходовом мостике,

в центральном пункте управления и других критически важных местах, может быть любым, а выход из строя любого их количества не должен отражаться на работе остальных.

Одним из центральных компонентов интегрированной системы ходового мостика является навигационная информационная система. Примером интеграции информации радиолокационных, радионавигационных спутниковых систем определения места судна, систем курсоуказания, измерения скорости и глубины, является разрабатываемая в настоящее время базовая информационно-интегрированная распределенная система средств навигации, управления движением, связи и автоматизации технических средств морских транспортных судов различного назначения «АСУ-широта». Разработка навигационного контура ИИРС ведется с учетом концепции Е-Навигации, разработанной Международной Морской Организацией.

Ужесточение требований со стороны потребителей навигационной информации по точности и формату данных, необходимость существенно повысить информационную автономность контура навигации судов в условиях естественных и искусственных радиопомех при одновременном снижении его массогабаритных характеристик, энергопотребления и стоимости, привели к необходимости поиска новых решений. Информационную основу перспективного навигационного обеспечения судов должны составлять бескарданные инерциальные навигационные системы или блоки инерциальных измерительных модулей средней точности. Однако переход НИС на бескарданную основу требует средств, поэтому такой переход произойдет только тогда, когда этого потребуют от судовладельца постоянно растущие требования конкурентоспособности, безопасности и энергоэффективности.

Важнейшей составляющей НИС является электронная картографическая система ЭКНИС. Основные направления развития ЭКНИС – наращивание степени интеграции и рост мощности информационной поддержки, рост количества различных баз данных и скорости обмена данными в режиме реального времени через современные коммуникационные системы. Так, в навигационной информационной системе компании ЗАО «Транзас Консалтинг» имеется не только возможность визуализации этих данных на электронной карте, но и возможность использования их для расчета воздействия течений, ветра и волнения на конкретное судно с точки зрения потери скорости и опасных ситуаций.

В части роста скорости обмена данными в процессе сбора информации посредством независимых датчиков и передачи её на «черный ящик» наметился переход от непосредственной передачи к передаче через систему ЭКНИС. В этом случае «черный ящик» становится интеллектуальным и позволяет производить запись данных о судне в зависимости от условий. Если в нормальных условиях плавания достаточно одной записи в минуту, то при срабатывании навигационной сигнализации об опасности скорость записи производят каждую секунду. Предлагая также уникальную систему сжатия данных, компания ЗАО «Транзас Консалтинг» разрабатывает систему для передачи данных о судне

в береговой офис компании или в морскую администрацию региона с использованием ЭКНИС в качестве интеллектуального сенсора. Помимо стандартного сообщения о местоположении судна на берег может быть передан маршрут следования, время прихода в следующую точку и в порт назначения с учетом течений, ветра и волнения, что крайне важно для прогноза движения судна. В случаях сигнализации по навигационным опасностям или опасном сближении с целью может передаваться более подробная навигационная информация о судне и целях, вплоть до сырой радарной картинки, что представляет собой, по сути, удаленный интеллектуальный «черный ящик», который не сгорит и не утонет вместе с судном в случае аварии.

Таким образом, путём использования современных коммуникационных систем может быть налажен двусторонний или многосторонний обмен в режиме реального времени для передачи крайне важной динамической информации, что, несомненно, благотворно отразится на уровне безопасности судоходства. Новая концепция продукта, производимого компанией ЗАО «Транзас Консалтинг», – электронно-картографическая навигационная информационная система МФД Navi-Sailor 4000 – включает в себя сертифицированную ЭКНИС и является эффективным навигационным средством автоматизации процесса судовождения, которое обеспечивает судоводителя полной информацией от навигационных датчиков, отображаемой на электронной карте. Совмещение всей информации на одном дисплее позволяет оценить обстановку и принять решение в кратчайшее время. Разнообразные функциональные возможности ЭКНИС позволяют существенно экономить ходовое время и эксплуатационные расходы.

Такая же тенденция к интеграции, но в более крупном и даже глобальном масштабе, имеет место и в развитии систем управления движением судов (СУДС/VTS – Vessel Traffic Services), которая всё в большей степени стремится объединить навигационные средства береговых и судовых информационных систем в единую систему. Объясняется это ростом интенсивности судоходства, доли ходового времени судов в эксплуатационном периоде, размеров судов и скорости их движения, что приводит к росту тяжести последствий столкновений судов. СУДС позволяет, в частности, отображать интегрированную радиолокационную и АИС информацию, получаемую от нескольких удаленных автоматических радиотехнических постов, осуществлять визуальный обзор акватории с помощью системы телевизионного наблюдения, обеспечивать получение, запись и архивацию радиолокационной, звуковой, метеоинформации, данных САРП, АИС, поступающих со всех АРТП.

В настоящее время на базе современных навигационных и радиосвязных систем создают новые перспективные СУДС, дополнительно включающие в себя дифференциальные станции спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS и АИС. С их использованием обеспечивается метровая точность определения места судна в зоне действия до 100 км от дифстанции. Благодаря этому может достигаться высокоточная проводка судов по узким фарватерам и существенно повышена эффективность дноуглубительных и гидротехнических работ.

Постоянное возрастание интенсивности судоходства, развитие и нарастающее использование малотоннажного флота обуславливает непрерывный рост требований к повышению разрешающей способности береговых радиотехнических постов СУДС. Результаты работ в этом перспективном направлении уже привели к созданию новых алгоритмов обработки видеoinформации с элементами искусственного интеллекта, а также более коротковолновых компактных радиолокационных систем.

Использование современных СУДС наиболее эффективно в экономически развитых районах с достаточно мощной транспортной инфраструктурой порта, связанной с обслуживанием крупнотоннажных судов. В других районах выгоднее дополнительно использовать территориально локализованную мобильную систему управления движением судов (MVTS – Mobile Vessel Traffic Services, по аналогии с СУДС/VTS). Эти системы не имеют «привязки» к конкретному району базирования, а, значит, способны обеспечить безопасное мореплавание в любом районе с интенсивным судоходством, включая удаленные морские акватории. Однако территориальная локальность и функциональная ограниченность не позволяет этим системам заменить собой традиционные СУДС.

Общая для обоих типов систем интеллектуальная платформа разработана с учетом особенностей реализации экспертных систем обеспечения безопасности мореплавания. Логическая архитектура конвергируемой системы управления движением судов базируется на семиуровневой эталонной модели взаимодействия открытых систем Международной Организации Стандартизации. Благодаря этому система доступна для взаимодействия с другими системами в соответствии с действующими стандартами. Сервер системы входит в состав судового информационно-навигационного комплекса флагманского судна – морского Центра МСУДС, или расположен в помещении береговой диспетчерской службы – Центр стационарной СУДС (наземный Центр МСУДС).

Безопасность судоходства призвана повысить также система мониторинга транспорта. Принцип действия этой системы основан на приеме и обработке наземной частью аппаратуры, устанавливаемой на транспортном средстве, навигационных сигналов, постоянно посылаемых группировками спутников ГЛОНАСС/GPS, с целью расчета местоположения и скорости судов в режиме реального масштаба времени. Также система спутникового мониторинга считывает информацию о работе транспортного средства и передает полученную информацию через канал интернета GPRS сотового оператора на сервер для хранения, а оттуда – на компьютер пользователя.

Использование системы спутникового мониторинга позволяет не только определять местоположение судов с относительно высокой точностью (для GPS – в пределах 50 метров, а при совместном использовании с ГЛОНАСС – до 5 метров), отслеживать состояние транспортного средства в режиме реального масштаба времени, но и дистанционно воздействовать на его состояние, в частности, отключать судовой двигатель. Для судовождения это актуально в такой области, как борьба с морским пиратством.

К перспективным следует отнести системы мониторинга обстановки в акваториях с использованием радиолокационных спутниковых снимков с интеграцией их в систему управления движением судов. Новая функция отображения оперативно принятых данных дистанционного зондирования Земли в формате GeoTIFF реализована в линейке программных продуктов мониторинга движения судов Navi-Harbour/Navi-Monitor/AIS-Monitor.

Данные радиолокационных спутников позволяют проводить оперативный всепогодный мониторинг судовой и экологической обстановок в акваториях. Одновременное отображение спутниковых снимков, информации о местоположении и истории движения судов (на базе информации РЛС, СУДС, АИС, LRIT), а также данных электронной картографии открывает широкие перспективы в области совершенствования и наращивания рабочих возможностей мониторинговых систем и СУДС.

Таким образом, и на глобальном уровне – уровне систем мониторинга и СУДС, – главными тенденциями являются процесс интеграции систем управления и широкое внедрение интеллектуальных методов управления.

В начале данного раздела были отмечены основные тенденции развития информационных технологий в судовождении, даны соответствующие рекомендации и рассмотрены предпосылки процесса интеграции. Далее было показано, что процессы интеграции действительно происходят на всех структурных уровнях управления судном и сопровождаются внедрением достижений информационных технологий.

В заключение рассмотрим одно из важных и несколько неожиданных последствий развития интеллектуальных систем управления в судовождении.

Из данных статистики следует, что за период с 1994 по 2012 гг. причина 80 % всех аварий – «человеческий фактор». Способы управления «человеческим фактором» разработаны и нашли свое отражение в таких документах, как резолюция ИМО А. 741 (17), вошедшая в состав Конвенции СОЛАС–74, как Кодекс по управлению безопасностью судов, а также Кодекс по подготовке и дипломированию моряков и несению вахты, ставший составной частью Конвенции ПДМНВ–78/95. Однако, в этих документах недостаточно полно освещается проблема, связанная с повышением эффективности использования уже достаточно широко применяемых на транспортных судах интеллектуальных систем судовождения.

Оператор интегрированной системы управления судном (судоводитель) и комплекс интеллектуальных средств деятельности, объединенные в единое целое на основе решения общей для них задачи, а именно – обеспечения безопасной эксплуатации судна, – образуют единую и сложную эргатическую систему с одной стороны, а, с другой стороны, представляют собой интеллектуальную систему, призванную обеспечивать заданный уровень безопасной навигации.

Парадоксально, но внедрение высокотехнологичных эргатично интеллектуальных систем, обеспечивающих безопасность навигации, ведет к относительной дисквалификации морских судовых специалистов. Это обуслов-

лено в первую очередь тем, что морские специалисты все в большей степени передоверяют принятие решений в области обеспечения безопасности судоходства интеллектуальным техническим средствам. Как результат, это негативно отражается на их психических функциях, которые ответственны за успешность производственной деятельности. Снижение успешности можно связать с деградацией у судоводителя таких психических переменных, как активное избирательное восприятие (слежение за сигналами-объектами); оперативное мышление, то есть способность анализировать целое через его составные части; образное, логическое и действенно-практическое мышление; пространственное воображение и графическое представление.

При решении задач, направленных на обеспечение безопасной навигации, эти переменные связаны с оценкой обстановки. В свою очередь, оценку обстановки можно рассматривать как ряд решений, направленных на выявление тенденций развития и дальнейшего хода событий, а также во взвешивании результатов возможных последствий от развития этих событий. Поэтому возникает проблема рационального объединения естественного интеллекта судоводителя и элементов искусственного интеллекта, которые привнесены в техническое средство судовождения, и которые являются его неотъемлемой частью.

Несомненно, что уровень интеллекта судоводителя должен всегда преобладать над уровнем системы принятия решений вне зависимости от степени её совершенства. Судоводитель должен контролировать работу системы так же, как контролирует процесс вычислений хороший пользователь калькулятора, который понимает, что в случае ошибки вся тяжесть ответственности ляжет не на калькулятор, а на него. Поэтому судоводитель, опираясь на всю интеллектуальную мощь системы управления, тем не менее должен самостоятельно, параллельно видеть ситуацию в целом и выполнять проверку соответствия предоставляемых системой числовых данных здравому смыслу, чтобы в нужный момент принять правильное решение.

Принятие обоснованного решения требует предварительной оценки имеющегося запаса времени, что, в свою очередь, требует выявления тенденций развития события. В этом плане работа судоводителя имеет определённое сходство с работой лётчика. По словам одного из участников испытаний новой авиационной техники, главное качество лётчика-испытателя – это его способность мыслить по первой производной, то есть уметь прогнозировать скорость развития событий, а выдающегося лётчика-испытателя – мыслить также и по второй производной, то есть уметь прогнозировать не только скорость развития событий, но и изменение этой скорости в процессе развития. Это даёт возможность в критической ситуации выполнить оценку запаса времени и, благодаря этому, своевременно принять обоснованное решение. Если лётчик не обладает указанным свойством, то в качестве испытателя он работать не может.

Рядовой лётчик в значительно меньшей степени рискует оказаться в критической ситуации, однако такое всё же случается. Поэтому подготовка

лётчика включает разнообразные тренировки, направленные на выработку способности принимать правильное решение в критических ситуациях.

На первый взгляд, сравнение судоводителя с лётчиком не очень корректно – не те скорости, не тот дефицит времени. Однако по сравнению с самолётом масса управляемого судна больше на три–четыре порядка, соответственно, больше и масса полезного груза. В условиях сильного ветро-волнового воздействия и множества других неблагоприятных факторов риск потери судна и груза в части психологической нагрузки приближает условия работы судоводителя к условиям работы лётчика. И чем больше будет расти скорость судов, чем больше будет нарастать плотность их потока на оживлённых морских трассах, тем больше будет отмеченное сходство.

Общим для лётчика и современного судоводителя является также то, что оба они получают информацию через интерфейс автоматизированной системы управления, интегрированного в рабочее место оператора. При этом оператор работает в супервизорном, то есть наблюдательном режиме до тех пор, пока процесс управления происходит в пределах штатных ситуаций. И только при возникновении нештатных ситуаций оператор включается в контур управления и переходит к активному принятию решений.

Это подтверждает вывод о том, что возможности человека-оператора должны быть всегда выше возможностей автоматизированной части системы управления относительно оценки ситуации в целом и возможных её последствий. По крайней мере, это остаётся справедливым и для современных интеллектуальных систем принятия решений с базами знаний в составе интегрированных систем управления.

В настоящее время далеко не все специалисты-судоводители сознают значение и перспективы дальнейшего внедрения новейших информационных технологий в практику судовождения. Поэтому тем из них, кто уже осознал масштаб и понимает значимость этого процесса для своего будущего и безопасности судовождения, необходимо предоставить возможность профессионального развития в области информационных технологий.

С учётом выполненного выше анализа предлагается сформулировать следующие рекомендации по подготовке современных судоводителей:

1) разработать специальный тренажёрный комплекс, предназначенный для выработки и развития у судоводителя навыков оценки ситуации в целом, возможных её последствий, а также оценки запаса времени для принятия решения в критических ситуациях;

2) организовать курсы переподготовки судоводителей для обучения навыкам работы в условиях современных автоматизированных комплексов управления, построенных с использованием достижений информационных технологий;

3) открыть новую специализацию в рамках специальности «Судовождение» с усиленным изучением информационных технологий в обеспечении безопасности судовождения и обучением навыкам работы с современными интеллектуальными системами управления.

4 СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ СУДОХОДСТВА И ИХ КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ (E-NAVIGATION)

Концепция комплексного использования современных технологий для повышения эффективности навигационно-гидрографического и гидро-метеорологического обеспечения мореплавания, организации поиска и спасания терпящих бедствие кораблей и судов, обеспечения безопасности судоходства получила название Электронной навигации (E-Navigation). Этот актуальный подход обеспечивает целостный взгляд на использование современных информационных технологий и возможный путь развития мировой системы обеспечения безопасности людей, грузов, объектов навигации во всех средах, выполняющих любую специальную задачу в процессе мореплавания [109].

Эта концепция по запросу семи стран разрабатывается под эгидой ООН, Международной Морской Организацией, к которой подключились Международная Гидрографическая Организация, Международная Электротехническая Комиссия и Международная Ассоциация Маячных Служб.

К современным технологиям обеспечения безопасности судоходства принято относить:

- Радиолокационные Станции и Средства Автоматической Радиолокационной Прокладки.
- Автоматическую Идентификационную Систему.
- Электронную Картографическую Навигационно-Информационную Систему.
- Приборы Регистрации Данных Судна.
- Интегрированную Систему Ходового Мостика.
- Систему Управления Движением Судов.
- Глобальную Морскую Систему Связи при Бедствии и для Обеспечения Безопасности.
- Глобальную Навигационную Спутниковую Систему.
- Судовую Систему Охранного Оповещения.
- Систему Дальней Идентификации и Слежения за Судами.

4.1 Радиолокационные станции и система автоматизированной радиолокационной прокладки [109]

Перспективы развития средств и методов морской навигации определяются, исходя из:

- требований к точности выработки навигационных параметров при решении задач судовождения;
- национальных планов развития технических средств навигации;
- резолюций ММО по конвенционному оборудованию судов.

С 1 июля 2002 г. вступили в силу поправки к Международной конвенции по охране человеческой жизни на море 1974 г., определяющие состав обязательного навигационного оборудования судов различной валовой вместимости и назначения. Среди оборудования, впервые требуемого к установке как обязательного или соответствующего новым стандартам, следует выделить: приемник Глобальной Навигационной Спутниковой Системы; радиолокационный отражатель, позволяющий его обнаружить судами, использующими РЛС диапазона 3 или 10 см; систему для приема звуковых сигналов; средство электронной радиолокационной прокладки; устройство для передачи информации о курсе; средство автосопровождения радиолокационных целей; автоматическую идентификационную (информационную) систему; средство автоматического управления по курсу или траектории. Установка электронной картографической навигационно-информационной системы является обязательной, она может быть использована при выполнении определенных требований для планирования и отображения маршрута судна на протяжении предполагаемого рейса и осуществления исполнительной прокладки.

Наряду с международными требованиями к навигационному оборудованию судов действуют национальные Правила – в России Правила по оборудованию морских судов Российского Морского Регистра Судоходства. Эти Правила постоянно корректируются в связи с принятием поправок к действующим международным документам, излагаемым в резолюциях ММО и циркулярах Комитета ММО по безопасности на море.

Все суда валовой вместимостью 300 и более и пассажирские суда независимо от размера должны иметь радиолокатор в полосе частот 9 ГГц или другое средство определения и представления дистанции и пеленга радиолокационных ответчиков для поиска и спасания, а также других плавсредств, препятствий, буев, береговой черты и навигационных знаков для оказания помощи в судовождении и предупреждении столкновений (п. 2.3.2 Правила 19 МК СОЛАС–74).

Радиолокационная станция должна обеспечивать обнаружение и отображение судов, буев, других надводных объектов и препятствий, а также береговой черты и навигационных знаков относительно своего судна путем непрерывного кругового обзора по всему горизонту в режимах относительного и истинного движения.

На индикаторе РЛС, установленной на судне при высоте антенн 15 м над уровнем моря, должно быть обеспечено получение четкого изображения различных объектов на расстояниях (в милях), указанных ниже:

Берег высотой, м:	
60.....	20
6.....	7
Судно валовой вместимостью:	
5000.....	7
20.....	2
Буй с отражающей поверхностью 10 м ²	2

Изображение всех объектов должно сохраняться при качке судна (бортовой и килевой) с амплитудой $\pm 10^{\circ}$.

Основные эксплуатационные параметры РЛС, согласно Правилам по оборудованию морских судов РМРС, приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Требования к основным эксплуатационным параметрам РЛС

Основные эксплуатационные параметры	Значение
Минимальная дальность обнаружения, м	50
Разрешающая способность по азимуту на шкале дальности 1,5 мили для двух одинаковых судов длиной до 10 м, расположенных на одинаковой дальности в пределах 0,75–1,5 мили, град.	2,5
Разрешающая способность по расстоянию на шкале дальности 1,5 мили для двух одинаковых судов длиной до 10 м, расположенных на линии одного направления на дальности 0,75–1,5 мили, м	40
Точность измерений по азимуту за пределами 0,75 мили от судна, град	± 1
Точность измерения расстояний за пределами 0,75 мили от судна относительно максимального значения диапазона установленной шкалы дальности, %	$\pm 1,5$
Точность указания курса, $^{\circ}$.	± 1

Эксплуатационно-технические характеристики не должны ухудшаться при бортовой и килевой качке судна до $\pm 10^{\circ}$.

На индикаторе РЛС должна быть предусмотрена возможность ориентировки изображения как относительно диаметральной плоскости судна, так и относительно истинного меридиана. При работе в режиме истинного движения смена изображения окружающей судно обстановки должна осуществляться как вручную, так и автоматически при приближении отметки своего судна к границе экрана.

Рекомендуется предусматривать устройство сигнализации, предупреждающей о приближении отметки судна к границе экрана.

Должна обеспечиваться возможность смещения начала развертки в любую точку экрана в пределах не менее 50 %, но не более 75 % его радиуса.

Должен быть предусмотрен электронный визир направлений (ЭВН) с цифровым отсчетом, а также электронная отметка курса, требования к которым подробно перечисляются в Правилах по оборудованию морских судов РМРС.

На экране индикатора РЛС могут быть отображены выбранные объекты Системной Электронной Навигационной Карты, при этом недопустимо затенение и ухудшение основного радиолокационного изображения. Отображаемая информация СЭНК должна включать в себя, по крайней мере, следующие объекты:

- береговая линия,
- безопасная изобата собственного судна,
- навигационные опасности,
- береговые и плавучие средства навигационного ограждения.

РЛС должна быть снабжена одним из следующих средств ведения радиолокационной прокладки: Системой Электронной Прокладки или Системой Автосопровождения. СЭП должны иметь все суда валовой вместимостью 300 и более и пассажирские суда независимо от размера, а Системы Автосопровождения – все суда валовой вместимостью 3000 и более.

Средство электронной прокладки должно обеспечивать возможность ведения ручной прокладки на судах, оборудованных гирокомпасами, и отвечать следующим требованиям:

– должна обеспечиваться возможность прокладки на экране индикатора РЛС не менее 10 целей с относительными скоростями движения до 75 уз с использованием шкал дальности 3, 6 и 12 миль. При этом прокладка должна продолжаться при переключении шкал дальности. Допускается ведение прокладки на других шкалах дальности;

– должна обеспечиваться возможность выбора допустимых значений дистанции и времени кратчайшего сближения, времени экстраполяции;

– положения точек прокладки должны обозначаться соответствующими символами и номерами, при этом должна быть предусмотрена возможность удаления номеров точек прокладки;

– минимальный интервал времени между двумя точками прокладки должен быть более 30 с;

– истинный или относительный вектор цели должен отображаться после нанесения второй точки прокладки для данной цели, при этом должна обеспечиваться информация о режиме отображения вектора;

– начало вектора цели должно перемещаться со скоростью и в направлении, определяемыми вычисленными курсом и скоростью цели;

– должна обеспечиваться возможность корректировки положения точки прокладки.

Для выбранной цели, обозначенной соответствующим символом, должна обеспечиваться возможность отображения следующей информации:

- номер точки прокладки и время с момента последней прокладки, мин;
- текущее расстояние до цели;
- текущий пеленг на цель;
- экстраполированная дистанция и время кратчайшего сближения;
- вычисленные истинные курс и скорость цели.

Данные прокладки должны отображаться на экране индикатора РЛС вне зоны радиолокационного изображения;

– должна обеспечиваться индикация точек прокладки, положения которых не корректировались в течение 10 мин. Данные прокладки должны аннулироваться, если время между последовательными точками прокладки превышает 15 мин.

Система Автосопровождения должна обеспечивать возможность непрерывного получения оператором информации об автоматически сопровождаемых целях для оценки навигационной обстановки и отвечать следующим требованиям:

- автоматическое сопровождение и обработку, а также одновременное отображение и непрерывное обновление информации не менее чем по 10 целям;
 - возможность ручного захвата и сброса целей с относительными скоростями движения до 100 уз;
 - индикатор САВС может быть автономным или входить в состав РЛС.
- Однако изображение на индикаторе САВС должно включать все данные, которые обеспечиваются индикатором РЛС.

Если отображение информации САВС осуществляется на индикаторе РЛС, выход из строя элементов САВС не должен приводить к нарушению функций РЛС;

- при использовании другого, чем индикатор РЛС, средства обнаружения целей, его эксплуатационные характеристики должны быть не хуже тех, которые могут быть получены при визуальном обнаружении целей на индикаторе РЛС;

- должны быть приняты меры по уменьшению вероятности возникновения ошибок сопровождения, в том числе вызванных перебрисами сопровождения целей;

- должны быть предусмотрены два режима стабилизации изображения и графической информации: относительно воды и относительно грунта. При этом должны выполняться следующие требования:

- лаг и датчики скорости, обеспечивающие ее ввод в САВС, должны иметь возможность определения продольной составляющей скорости судна относительно воды на переднем ходу;
- ввод скорости относительно грунта может обеспечиваться от лага, электронной системы точного местоопределения или по данным радиолокационного сопровождения неподвижных целей;
- используемый режим стабилизации изображения и тип вводимой скорости должны четко указываться на экране индикатора САВС.

Радиолокационные станции для судов смешанного (река–море) плавания, совершающих рейсы по внутренним водным путям должны, кроме перечисленных выше, отвечать следующим основным требованиям:

- на индикаторе РЛС, установленной на судне, при высоте установки антенны 10 м от поверхности воды, должно быть обеспечено получение четкого изображения различных объектов на расстояниях (в километрах), указанных ниже:

Берег высотой, м:	
60.....	37
6.....	13
Судно валовой вместимостью:	
5000.....	13
20.....	4
Буй с отражающей поверхностью 10 м ²	4

Изображение всех объектов должно сохраняться при качке судна (бортовой и килевой) с амплитудой $\pm 10^0$;

– основные эксплуатационные параметры РЛС, установленной на судне смешанного река–море плавания, при высоте установки антенны 7 м от поверхности воды, должны быть не хуже приведенных в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Требования к основным эксплуатационным параметрам РЛС

Основные эксплуатационные параметры	Значения
Минимальная дальность обнаружения, м	15
Разрешающая способность по расстоянию на шкалах 0,4–1,2 км, м	15
Разрешающая способность по расстоянию на остальных шкалах относительно максимального значения установленной шкалы дальности, %	1
Точность измерения расстояния, м	10
Разрешающая способность по азимуту, 0	1,0
Точность измерения по азимуту, 0	1,0
Точность указания курса, 0	0,5

Все параметры не должны ухудшаться при качке судна (бортовой и килевой) с амплитудой $\pm 10^0$;

– индикатор РЛС должен быть снабжен электронным или механическим устройством для пеленгования обнаруженных объектов;

– должна быть предусмотрена возможность смещения начала развертки в любую точку экрана индикатора на расстояние не менее 0,5 его радиуса;

– индикатор РЛС с двумя наборами шкал дальности, в метрах (километрах) и морских милях, должен иметь неоперативный орган переключения и соответствующую индикацию о выбранной единице измерения дальности.

Система автоматизированной радиолокационной прокладки или иное средство, чтобы автоматически осуществлять прокладку дистанции и пеленга по меньшей мере 20 целей, соединенное с устройством для измерения и индикации скорости и пройденного расстояния относительно воды, для определения опасности столкновения и имитации маневра по расхождению должны иметь все суда валовой вместимостью 10 000 и более (п.2.8.1 Правила 19 Главы V МК СОЛАС–74).

Технические и эксплуатационные параметры средства автоматической радиолокационной прокладки, не оговоренные далее, должны отвечать требованиям, относящимся к РЛС и изложенным ранее в этом разделе.

Захват целей может быть ручным или автоматическим при относительной скорости до 100 уз. В любом случае должно быть предусмотрено устройство для ручного захвата и сброса целей. При автоматическом захвате должна быть обеспечена возможность запрета захвата в определенных зонах обзора. На любой шкале дальности, на которой захват в определенных зонах не производится, зона захвата должна быть указана на экране индикатора.

Результаты автоматического или ручного захвата не должны быть хуже тех, которые могут быть получены при визуальном обнаружении целей на индикаторе РЛС.

Должна быть предусмотрена возможность отображения на экране по запросу оператора четырех равноразнесенных во времени предыдущих местоположений любой сопровождаемой цели за период по крайней мере 8 мин.

Индикатор САРП может быть автономным или входить в состав РЛС. Однако отображение на индикаторе САРП должно включать все данные, которые обеспечиваются индикатором РЛС.

Автоматическая радиолокационная прокладка должна осуществляться по крайней мере на шкалах дальности 3, 6 и 12 морских миль.

Должна обеспечиваться работа в режиме относительного движения при ориентации изображения «север», а также «курс стаб.». Кроме того, в САРП может быть предусмотрен режим истинного движения. В этом случае оператор должен иметь возможность выбора режимов истинного или относительного движения, причем должна быть четкая индикация ориентации изображения и режима работы.

Информация о курсе и скорости, вырабатываемая в САРП по сопровождаемым целям, должна отображаться в векторной или другой графической форме, четко указывающей экстраполированное перемещение цели. При этом:

- в САРП с отображением экстраполированной информации о курсе и скорости целей только в векторной форме должен обеспечиваться выбор между истинным и относительным векторами. Должна обеспечиваться индикация выбранного режима отображения векторов, и, если выбраны истинные вектора, то должен указываться режим стабилизации относительно воды или грунта;

- САРП с отображением экстраполированной информации о курсе и скорости целей в другой графической форме должна также обеспечиваться возможность выбора векторного представления информации с истинным и/или относительными векторами;

- длина отображаемых векторов должна регулироваться путем выбора времени экстраполяции;

- должна быть предусмотрена четкая индикация используемого времени экстраполяции;

- неподвижные цели, используемые для стабилизации относительно грунта, должны обозначаться соответствующими символами. В этом режиме относительные векторы, включая вектора целей, используемых для стабилизации относительно грунта, должны отображаться по запросу оператора.

По запросу оператора для любой сопровождаемой цели должны немедленно выдаваться в буквенно-цифровой форме следующие данные:

- текущее расстояние до цели,
- текущий пеленг на цель,
- экстраполированная дистанция кратчайшего сближения,
- экстраполированное время кратчайшего сближения,

- вычисленный истинный курс цели,
- вычисленная истинная скорость цели.

Выбранная цель должна быть обозначена на экране индикатора САРП соответствующим символом.

Пересмотренные рекомендации по эксплуатационным требованиям к радиолокационному оборудованию (Резолюция MSC.192(79))

Учитывая современное развитие электронной техники, а так же то, что современные морские РЛС используются в соединении (интеграции) с САВС, САРП, АИС, ЭКНИС и другими системами, 8 декабря 2004 года Комитет по безопасности на море ММО принял Пересмотренные рекомендации по эксплуатационным требованиям к радиолокационному оборудованию (Резолюция MSC.192(79)). В соответствии с этими требованиями, начиная с 01.07.2008 года на суда должны устанавливаться РЛС с индикаторами цифрового растрового сканирования, встроенными в них системами автосопровождения, которые способны принимать, интегрировать и отображать информацию, поступающую от GPS (Global positioning system) и АИС. Кроме того, рекомендуется, чтобы новые РЛС могли отображать выбранные части электронных навигационных карт.

Основной частью современной РЛС является компьютер, который принимает сигналы от приемопередатчика РЛС, а также информацию от гирокомпаса, лага, GPS и АИС, интегрирует и обрабатывает полученные данные и отображает на экране цветного монитора информацию о навигационной обстановке, а также передает в прибор регистрации данных (ПРД – «черный ящик») параметры, подлежащие регистрации. Если РЛС обеспечивает отображение электронной навигационной карты, то информация о навигационной обстановке вокруг судна становится наиболее полной и РЛС становится основным конвенционным навигационным прибором на мостике.

Таким образом, судоводитель получает всю необходимую для управления судном информацию на экране РЛС. При этом информация об одних и тех же параметрах, полученная от разных систем, сравнивается, и выдаются наиболее точные параметры.

Основные отличительные особенности новой РЛС

1. Увеличен минимальный размер устройства РЛ-изображения до 250 мм для судов от 500 до 10 000 единиц валовой вместимости.
2. Увеличено количество сопровождаемых целей, в состав РЛС должно входить устройство автосопровождения целей. (Система электронной прокладки считается неполноценной и поэтому исключается).
3. Увеличена минимальная дальность обнаружения.
4. Введено требование к наставлению для пользователя, инструкция по эксплуатации должна содержать поправки к дальности обнаружения при различных условиях состояния моря и осадках и показывать ограничения и погрешности РЛС в различных условиях.
5. Повышены требования к точности измерения дистанции и пеленга.

6. Введено требование о том, чтобы измеренные РЛС дистанции и пеленги, а так же рассчитанные АИС, приводились к постоянной общей опорной точке (месту наблюдателя).

7. РЛС должна принимать и отображать информацию АИС.

8. Информация об активизированных целях АИС должна обрабатываться так же как обрабатываются параметры целей взятых на автосопровождение:

– если, сравнивая параметры РЛ-цели и цели АИС, компьютер установит, что это одна и та же физическая цель, то будет отображаться цель АИС (оператор может переключиться и на РЛ-цель);

– статус цели АИС приравнивается к статусу РЛ-цели. (Следует заметить, что Резолюции ММО А.917(22) рекомендовала к целям АИС относиться с осторожностью и как к информации дополняющей радиолокационную);

– при отказе в информации о РЛ-изображении (на экране нет эхосигналов целей) РЛС должна отображать информацию о целях, на основании данных полученных от АИС;

– имитации маневра должна отражаться на всех активизированных целях АИС.

9. Имитация маневра должна включать динамические характеристики собственного судна.

10. В дополнение к стабилизации относительно воды, введено требование о стабилизации относительно грунта.

11. Введено требование о специальных РЛС для высокоскоростных судов ($V_H > 30$ узлов и $V_{отн}$ до 140 узлов).

12. Система РЛС может обеспечивать отображение электронной навигационной карты (ENC) и другой информации векторных карт. В этом случае РЛС может использоваться в качестве элемента дублирования ЭКНИС.

13. Главные функции управления РЛС (включение, переключение шкал, усиление, подавление помех, подключение АИС, подтверждение сигнализации, отметка курса, управление визиром и подвижным маркером дальности (ПМД), яркость и захват целей) должны осуществляться с клавиатуры, а не через меню, как в некоторых современных РЛС.

14. Теневые секторы не должны располагаться от направления прямо по носу до $22,5^{\circ}$ позади траверза.

15. Должно быть устройство имитации целей, то есть встроенный в РЛС тренажер.

По новым требованиям РЛС должны обеспечивать интеграцию и отображение:

- радиолокационного изображения,
- информации о сопровождаемых целях,
- данных о местоположении, полученных из координат собственного судна,
- информации АИС.

РЛС также может обеспечивать возможность отображения выбранных частей электронных навигационных карт и другой информации векторных карт.

Ниже перечислены рекомендации, относящиеся к различным эксплуатационным требованиям (табл. 4.3).

Точность измерения (табл. 4.4, 4.5):

– дистанции – 30 м или 1 % от используемой шкалы дальности, смотря по тому, что больше,

– пеленга – 1⁰.

Для высокоскоростных судов (ВСС) должна быть специализированная и одобренная для данного класса судов РЛС, обрабатывающая цели с относительной скоростью движения до 140 узлов.

Таблица 4.3 – Эксплуатационные требования к радиолокационному оборудованию судов

Характеристики	Размер судна в единицах валовой вместимости		
	< 500	500 < 10 000 И ВСС < 10 000	> 10 000
Минимальный размер устройства отображения, мм	180	250	320
Минимальная площадь устройства отображения, мм ²	195x195	270 x 270	340 x 340
Автозахват целей на сопровождение	–	–	Да
Минимальное количество сопровождаемых целей (САС)	20	20	40
Минимальное количество активизированных целей АИС	20	30	40
Минимальное количество пассивных целей АИС	100	150	200
Имитация маневра	–	–	Да

Таблица 4.4 – Минимальная дальность обнаружения в условиях отсутствия местных помех (при высоте антенны 15 м)

Описание цели	Особенности Цели	Дальность обнаружения, миль	
	Высота над уровнем моря, м	Полоса X 9 ГГц	Полоса S 3 ГГц
Береговая черта	Высотой до 60 м	20	20
Береговая черта	Высотой до 6 м	8	8
Береговая черта	Высотой до 3 м	6	6
Суда валовой вместимостью более 5000	10	11	11
Суда валовой вместимостью более 500	5	8	8
Небольшие суда с РЛ-отражателем, отвечающим требованиям ММО	4	5	3,7
Навигационный буй с угловым отражателем (10м ²)	3,5	4,9	3,6
Типовой навигационный буй	3,5	4,6	3
Небольшое судно длиной 10 м без РЛ-отражателя	2	3,4	3

Снижение способности обнаружения (относительно указанных в таблице величин) для различных дальностей и скоростей целей должно быть четко указано в наставлении для пользователя в следующих условиях:

- небольшой дождь (4 мм осадков в час),
- сильный дождь (16 мм осадков в час),
- состояние моря 2 балла,
- состояние моря 5 баллов,
- совместное влияние этих условий.

Должны быть функции усиления и подавления помех.

Мертвая зона – минимальная дальность обнаружения навигационного буя при высоте антенны 15–40 м от местоположения антенны.

Разрешающая способность:

- по дальности – 40 м (расстояние между двумя целями на одном пеленге),
- по пеленгу – $2,5^{\circ}$ (угол между двумя целями на одной дальности).

При качке до 10° обнаружение целей не должно ухудшаться.

При отсутствии целей должна быть индикация, что система работает нормально.

Измерения (пеленг и дистанция) должны быть привязаны к постоянной общей опорной точке (к месту постоянного наблюдения на мостике).

На соответствующих шкалах дальности должен быть контур собственного судна в масштабе.

Резолюция MSC.192(79) устанавливает более высокие требования по точности определения $D_{кр}$ и $T_{кр}$, причем, стандарт испытания должен включать подробные испытания с искусственными целями, как средство подтверждения точности определения параметров целей, имеющих относительные скорости до 100 узлов включительно.

Таблица 4.5 – Точность сопровождения цели

Время устойчивого сопровождения (мин)	$K_{опн}$ (град)	$V_{опн}$ (узлы)	$D_{кр}$ (мили)	$T_{кр}$ (мин)	$K_{ц}$ (град)	$V_{ц}$ (узлы)
1 мин Тенденция	11°	1,5 или 10 % (смотря по тому, что больше)	1,0	–	–	–
3 мин Перемещение	3°	0,8 или 1 % (смотря по тому, что больше)	0,3	0,5	5°	0,5 или 1 % (смотря по тому, что больше)
Для сравнения требования Резолюции MSC.64(67)						
3 мин Сценарий 4	4,6	0,8	0,7	1,0	2,6	1,2

В сценарии 4 собственный курс судна 000°, скорость 25 узлов, шкала 8 миль, пеленг на цель 045°, относительный курс цели 225°, относительная скорость цели 20 узлов.

Конкретные значения погрешностей в вышеуказанной таблице могут быть адаптированы, с учетом относительных ракурсов движения цели по отношению к движению собственного судна в используемых сценариях испытаний.

Для РЛС, устанавливаемых на высокоскоростных судах при $V > 30$ узлов, должны проводиться дополнительные измерения.

Радиолокационная система должна иметь и обеспечивать:

- два подвижных маркера дальности, показывающих дистанцию от опорной точки;
- два электронных визира направления, показывающих пеленг от опорной точки;
- четыре параллельных независимых индексных линии, легко устанавливаемых по пеленгу и отстоянию от центра;
- маркер пользователя, оборудованный счетчиком, который должен показывать координаты, в любой точке экрана, а также расстояние и пеленг этой точки от постоянной общей опорной точки;
- смещение центра развертки от 50 % до 75 % радиуса;
- стабилизацию относительно грунта и воды (в Резолюции MSC.64(67)
- стабилизация относительно воды – обязательна, а относительно грунта – допустима);
- следы и предыдущие местоположения целей, а так же истинные или относительные векторы с указанием времени экстраполяции;
- информацию о цели, которая может обеспечиваться функцией сопровождения цели РЛС или получаемой от АИС (в Резолюции MSC.64(67) был отдан приоритет – САВС);
- информацию о том, что пропускная способность (количество сопровождаемых целей) приближается к предельной величине;
- установку границ зоны автозахвата;
- стабильность автосопровождения цели – система не должна терять цель, если цель различима на экране в 5 оборотах развертки из 10.

В соответствии с требованиями Резолюции MSC.192(79) Инструкция по эксплуатации должна содержать Рекомендации и информацию о том:

- в каком положении должны быть органы управления при различных погодных условиях;
- как контролировать надлежащую работу РЛС;
- что делать, если откажет какой-либо датчик;
- какие ограничения имеет устройство отображения, процесса сопровождения и погрешности, включая любые задержки;

- как использовать информацию о курсе и скорости относительно грунта для предотвращения столкновения;
- какие ограничения и ошибки возникают, когда цели расположены слишком близко;
- по каким критериям выбираются цели для автоматической активизации и ее прекращения;
- какие методы применяются для отображения целей АИС и их ограничения;
- на каких принципах основана технология имитации маневра, включая маневренные характеристики собственного судна;
- какими сигналами аварийной сигнализации и индикации оборудована РЛС;
- какие погрешности могут быть при измерении дистанции и пеленга;
- какое значение имеет постоянная опорная точка;
- какие требования и рекомендации к установке РЛС.

Документация изготовителя должна содержать описание РЛС и факторов, которые могут ухудшить способность обнаружения, включая задержку в обработке сигнала.

Должен быть счетчик регистрации часов работы любого компонента системы, имеющего ограниченный срок службы.

Теневые секторы не должны располагаться от направления прямо по носу до $22,5^{\circ}$ позади траверза.

Должно быть устройство имитации целей, то есть встроенный в РЛС тренажер.

РЛС не должна использовать данные, указанные как недостоверные.

РЛС должна обеспечивать выход данных для ПРД («черный ящик»).

В случае частичных отказов РЛС должна сохранять минимальную работоспособность при отказе в информации:

- о курсе РЛС должна автоматически переключаться на режим «Курс нестабилизированный»;
- о скорости относительно воды должно обеспечиваться средство ручного ввода скорости;
- о курсе и скорости относительно грунта работа РЛС должна обеспечиваться вводом курса и скорости относительно воды;
- о вводимых координатах отображение карт должно отключаться;
- о РЛ-изображении (не работает приемопередатчик) РЛС должна отображать информацию о целях, основанную на данных АИС. Не должна отображаться «замороженная картинка» РЛС;
- о вводимых данных АИС РЛС должна отображать РЛ-изображение и РЛ-базу данных целей;

При отказе в системе интеграции или сети РЛС должна работать как совершенно самостоятельная система.

4.2 Автоматические идентификационные системы [109–111]

Все суда валовой вместимостью 300 и более, совершающие международные рейсы, и грузовые суда валовой вместимостью 500 и более, не совершающие международные рейсы, а также пассажирские суда независимо от размера, должны быть оборудованы автоматической идентификационной системой (п.2.4 Правила 19 МК СОЛАС-74).

Требования к АИС определяются Резолюцией MSC 74(69), Приложение 3 (май, 1998 г.). Автоматическая идентификационная (информационная) система в указанной резолюции именуется Системой Автоматического Оpoznавания.

АИС должна выполнять следующее:

- автоматически предоставлять соответствующим образом оборудованным береговым станциям, другим морским и воздушным судам информацию, включая идентификацию судна, тип судна, координаты, курс, скорость, эксплуатационное состояние судна и другую, связанную с безопасностью информацию;
- автоматически принимать такую информацию от подобным образом оборудованных судов;
- вести сопровождение наблюдаемых судов;
- обмениваться данными с береговыми средствами.

Требования последнего пункта не применяются в случаях, когда международными соглашениями, правилами или стандартами предусматривается скрытность навигационной информации.

АИС эксплуатируется с учетом руководства, принятого Организацией.

Судовая аппаратура универсальной АИС, класс А, согласно Правилам по оборудованию морских судов РМРС, должна обеспечивать работу в следующих режимах:

- автономный режим, предназначенный для использования во всех районах эксплуатации судна и обеспечивающий непрерывный автоматический самоорганизующийся взаимный обмен статической и динамической (навигационной) информацией между судами, а также между судами и береговыми станциями. При работе в этом режиме должна быть обеспечена возможность перехода на другие режимы работы и обратно;
- назначенный режим, предназначенный для использования в зоне ответственности береговых служб управления движением судов и обеспечивающий передачу статической и динамической информации о судне с интервалами передачи и во временных промежутках (слотах), назначенных береговыми службами и/или по расписанию;
- режим опроса, предназначенный для автоматической передачи статической и динамической информации, а также информации о рейсе по запросам от береговых служб или судов.

Представляемые АИС данные должны включать:

- а) статическую информацию:
 - номер ММО, присвоенный судну;
 - позывной сигнал и название судна;

- длина и ширина судна;
- тип судна;
- расположение антенны приемоиндикатора системы радионавигации (нос–корма и правый–левый борт относительно диаметральной плоскости судна);
- б) динамическую информацию:
 - местоположение судна (с указанной точностью);
 - всемирное скоординированное время (UTC);
 - путевой угол (курс относительно грунта);
 - скорость относительно грунта;
 - истинный курс судна;
 - навигационный статус судна: судно в движении, на якоре, не управляется, ограниченная возможность маневрирования, у причала, на мели, траление рыбы (обеспечивается ручным вводом);
 - угловая скорость поворота судна (при наличии измерителя скорости поворота);
 - угол крена (если имеется);
 - угол килевой и бортовой качки (если известны);
- в) информацию о рейсе:
 - осадка судна;
 - наличие опасного груза и его тип (по требованию уполномоченных властей);
 - порт назначения и предполагаемое время прихода (по усмотрению капитана);
- г) сообщения о безопасности (в формате коротких сообщений, относящихся к безопасности мореплавания и содержащих важные навигационные и метеорологические предупреждения).

В автономном режиме аппаратура АИС, в зависимости от вида передаваемой информации и навигационного статуса судна, должна обеспечивать следующие интервалы передачи информации:

- статическая информация:
 - каждые шесть мин;
 - по запросу;
- динамическая информация: в зависимости от навигационного статуса собственного судна в соответствии с таблицей 4.6;

Таблица 4.6 – Требования к АИС по времени передачи динамической информации в зависимости от статуса судна

Навигационный статус судна	Интервал передач динамической информации
Судно на якорной стоянке или на ходу со скоростью не более 3 уз	3 мин
Судно на якорной стоянке или на ходу со скоростью более 3 уз	10 с
Судно на ходу (0–14 уз)	10 с
Судно на ходу (0–14 уз) при изменении курса	3,3 с
Судно на ходу (14–23 уз)	6 с
Судно на ходу (14–23 уз) при изменении курса	2 с
Судно на ходу (более 23 уз)	2 с
Судно на ходу (более 23 уз) при изменении курса	2 с

- информация о рейсе:
 - каждые шесть мин;
 - при изменении рейсовых данных;
 - по запросу;
- сообщения о безопасности:
 - по необходимости.

Судовая аппаратура АИС должна обеспечивать обработку до 4 500 сообщений в минуту при работе на двух каналах.

АИС должны, помимо основного источника питания на судне, иметь альтернативный источник. На всех пассажирских судах валовой вместимостью менее 500, на всех высокоскоростных судах пассажироместимостью менее 100 человек и всех грузовых судах валовой вместимостью от 300 до 500, совершающих международные рейсы и не имеющих гирокомпасов, источником курса судна для АИС является магнитный компас с устройством для дистанционной передачи курса.

На других судах, оснащенных гирокомпасами без выходного порта в соответствии с надлежащими международными требованиями к морским интерфейсам, датчиком курса для АИС должно быть морское устройство передачи магнитного курса ТМНД (Marine Transmitting Magnetic Heading Devices).

Пересмотренные рекомендации по эксплуатационным требованиям к автоматическим идентификационным системам (Резолюция SC.192(79))

Активизированные цели АИС рассматриваются также как цели, сопровождаемые РЛС.

Удаление отдельных целей АИС с экрана должно быть невозможным.

Зоны автоматической активизации целей АИС должны совпадать с зонами автозахвата РЛС.

Пассивные цели АИС могут автоматически активизироваться, когда они отвечают установленным пользователем параметрам (D , $D_{кр}/T_{кр}$).

Для каждой выбранной сопровождаемой РЛС-цели должно представляться:

- источник данных,
- фактическая дальность и пеленг,
- $D_{кр}$ и $T_{кр}$,
- истинный курс и истинная скорость.

Для каждой выбранной цели АИС должно представляться:

- источник данных,
- идентификатор судна,
- эксплуатационное состояние судна (в соответствии с МППСС–72),
- координаты,
- дальность и пеленг (рассчитанные и приведенные к общей опорной точке),
- курс и скорость относительно грунта,

- $D_{кр}$ и $T_{кр}$ (рассчитанные),
- курс по ГК и угловая скорость поворота (могут представляться).

Величина установочного предела $D_{кр}$ и $T_{кр}$ для целей от РЛС и АИС должна быть единой. Сигнализация должна срабатывать как на цель РЛС так и на АИС.

Если имеются данные о цели как от АИС так и от РЛ-сопровождения, и если критерии выбора символа (координаты, перемещение) удовлетворены таким образом, что, согласно информации от АИС и от РЛС, цель считается единой физической целью, тогда, «по умолчанию», должен быть автоматически выбран и отображен символ активизированной цели АИС и буквенно-цифровые данные цели АИС. Но пользователь должен иметь возможность изменять состояние «по умолчанию».

Имитация маневра должна включать динамические характеристики собственного судна.

Должен предоставляться обратный счет времени (время до момента начала маневра).

Имитация маневра должна отражаться на всех сопровождаемых целях и, по меньшей мере, на всех активизированных целях АИС.

Должна обеспечиваться возможность создавать, изменять, хранить, загружать и отображать простые карты (навигационные линии, пути), привязанные к собственному судну или географическим координатам. Данные карты должны перегружаться при замене соответствующего блока оборудования.

Система РЛС может обеспечивать отображение электронной навигационной карты (ENC) и другой информации векторных карт. Информация карты должна использовать ту же самую привязку и критерии координат, что и РЛС/АИС, включая систему координат, масштаб, ориентацию, постоянную общую опорную точку и режим стабилизации.

Отображение РЛ информации должно иметь приоритет.

Должно обеспечиваться средство оповещения о «замороженном изображении».

Предусматривается интеграция нескольких РЛС, то есть при отказе работающей РЛС, включается резервная, и ее информация может отображаться на том же рабочем экране.

Органы управления могут быть в виде клавиатуры или меню на экране, однако, главные функции должны осуществляться с клавиатуры (включение, переключение шкал, усиление, подавление помех, подключение АИС, подтверждение сигнализации, отметка курса, управление визиром и ПМД, яркость и захват целей).

Сравнительные характеристики информации о целях АИС и РЛС.

АИС, как и САВС выдает информацию обо всех, необходимых для расхождения, параметрах цели:

- место цели (координаты, пеленг и дистанцию),
- параметры движения цели (курс и скорость),
- обстоятельства сближения ($D_{кр}$ и $T_{кр}$).

Дополнительно, АИС дает название судна и его навигационный статус, как он определяется в МППСС.

Кроме того, АИС имеет преимущества по сравнению с обычными РЛС и САРП:

1. АИС обнаруживает цели на расстоянии дальности слышимости УКВ, что значительно превышает дальность обнаружения РЛС.

2. АИС позволяет получать информацию о целях, которые находятся в «теневых» секторах и «мертвых» зонах РЛС, а также за поворотами рек и фьордов и в снежных зарядах.

3. АИС свободна от свойственных для РЛС помех – (ложные эхосигналы и потеря цели САС при резком маневре). На АИС почти не влияют помехи от волнения моря. Погрешности АИС не увеличиваются с увеличением дальности и существенно меньше погрешностей радиолокационной прокладки.

4. Исходными данными для расчета пеленга и дистанции до цели в АИС являются координаты положения антенн GPS (φ и λ нашей антенны и φ и λ антенны цели). Приняв от цели значения $\varphi_{ц}$, $\lambda_{ц}$, $COG_{ц}$ (Course over Ground) и $SOG_{ц}$ (Speed over Ground), АИС добавляет соответствующие значения своего судна ($\varphi_{н}$, $\lambda_{н}$, $COG_{н}$ и $SOG_{н}$), вводит их в программу, которая по известным формулам аналитического счисления решает задачу и почти мгновенно выдает значения пеленга ($P_{ц}$), дистанции ($D_{ц}$), $D_{кр}$ и $T_{кр}$.

Согласно таблице 4.3.5.2 МТ-2000 среднестатистическая погрешность определения координат судна с помощью спутниковой навигационной системы ГЛОНАСС в стандартном режиме составляет 35 метров. Расчеты показывают, что при данной точности определения места судна, АИС выдает пеленг с точностью 1° при дистанции до цели более 2,2 мили. При дистанции до цели более 4,3 мили ошибка в пеленге не превышает $0,5^{\circ}$, поэтому можно считать, что пеленг и дистанция, рассчитанные АИС точнее, чем пеленг и дистанция, измеренные визиром на экране РЛС, к тому же, рассчитанный АИС пеленг, не зависит от гирокомпаса и его погрешностей.

5. Об изменении курса цели САВС и САРП дают достоверную информацию только через три минуты равномерного и прямолинейного движения, а АИС в момент фактического маневра цели, с 10–20 секундной задержкой на обработку информации.

4.3 Электронные картографические навигационные информационные системы [109–114]

Редакция Главы V МК СОЛАС 74 (Правило 19) предписывает иметь на каждом судне навигационные карты и навигационные пособия для планирования и отображения маршрута судна на протяжении предполагаемого рейса и осуществления исполнительной прокладки. При этом отмечено, что электронная картографическая навигационная информационная система может быть использована для выполнения этого требования. В то же время использование ЭКНИС имеет ряд ограничений, в частности:

– должно быть обеспечено соответствующее дублирование ЭКНИС, для чего могут быть использованы либо откорректированный комплект бумажных карт, либо еще одна (дублирующая) система ЭКНИС, которая должна иметь сопряжение с основной системой для обеспечения сохранности данных, прокладок и корректировок, выполненной в основной системе;

– в системе должны использоваться электронные картографические данные, выпущенные уполномоченной государством картографической службой и соответствующие стандартам (S-57 издание 3) Международной гидрографической организации, причем данные должны быть либо последним их изданием, либо изданием, в которое внесены все выпущенные этой службой корректуры.

В соответствии с Правилами по оборудованию морских судов (глава 5.16) Российского Морского Регистра Судоходства для обеспечения безопасности плавания при использовании ЭКНИС в составе навигационного оборудования судна должны быть предусмотрены дублирующие средства. В качестве дублирующих средств может использоваться комплект откорректированных бумажных навигационных карт на запланированный рейс или резервная электронная картографическая навигационная система. Переключение с основной системы на РЭКНС должно осуществляться автоматически без потери навигационной информации.

Резервная электронная картографическая навигационная система, так же как и основная ЭКНИС, должна отвечать следующим требованиям:

- возможность изменять содержание ЭНК должна быть исключена;
- обеспечивать соответствующую индикацию, если:
 - информация отображается в более крупном масштабе, чем масштаб в ЭНК;
 - для местоположения судна имеется карта более крупного масштаба, чем та, которая отображена на дисплее;
 - обеспечивать возможность ориентации изображения карты «по меридиану» и работу в режиме истинного движения. Допускаются другие ориентации изображения и режимы работы;
 - при использовании режима истинного движения переход на отображение соседнего района и формирование его изображения должны выполняться автоматически при подходе отметки судна к заданному оператором расстоянию от границ экрана дисплея;
 - обеспечивать возможность ручного изменения границ отображаемого района, охватываемого картой, и местоположения собственного судна по отношению к границам экрана;
 - для отображения информации СЭНК должны использоваться цвета и размеры символов, цифр и букв, рекомендуемые Международной Гидрографической Организацией;
 - для обозначения навигационных элементов и параметров должны использоваться цвета и символы, отличные от картографических символов;

- должна обеспечивать отображение информации, необходимой для:
- выполнения предварительной прокладки и решения дополнительных навигационных задач;
- ведения исполнительной прокладки;
- эффективный размер отображаемой на экране карты, по которой ведется контроль плавания по маршруту, должен быть не менее чем 270×270 мм;
- цветность экрана и его разрешающая способность должны соответствовать требованиям МГО;
- информация, отображаемая на экране индикатора, должна быть отчетливо видна не менее чем двум операторам в условиях естественной освещенности на мостике в дневное время;
- должна позволять выполнять предварительную и исполнительную прокладки простым и надежным способом, при этом конструкция РЭКНС должна обеспечивать удобство выполнения оператором необходимых действий;
- при подаче тревожных и предупредительных сигналов в случае пересечения судном безопасной изобаты или границы района, запретного для плавания, а также районов с особыми условиями плавания, используемая картографическая информация должна быть наиболее крупного масштаба из всех имеющихся в СЭНК для данного района;
- должна обеспечивать индикацию в случае отказа системы местоопределения судна;
- должна обеспечивать дублирование тревожных и предупредительных сигналов, поступающих от системы местоопределения;
- должна подавать сигнал тревоги, если через промежуток времени или расстояние, установленное оператором, судно достигнет предварительно заданной критической точки;
- СЭНК и используемая система местоопределения должны работать в одной и той же системе координат, в противном случае должен подаваться сигнал тревоги;
- точность всех расчетов, выполняемых системой не должна зависеть от характеристик внешних устройств и должна соответствовать точности СЭНК;
- точность пеленгов и расстояний, измеренных между элементами используемой карты и отображаемых на дисплее, должна быть не хуже той, которую позволяет иметь разрешающая способность индикатора;
- система не должна ухудшать характеристик используемых датчиков внешней информации; подключенное к системе оборудование не должно ухудшать ее характеристик;
- должна быть предусмотрена возможность подключения к системе оборудования, обеспечивающего непрерывное получение обсервованных координат судна;

- должна быть обеспечена сигнализация тревоги и индикации неисправности системы;

- переключение РЭКНС на другой источник питания или перерыв в его подаче продолжительностью не более 45 с не должны вызывать необходимость ручного повторного ввода системы в действие, при этом продолжение работы РЭКНС в период временного отсутствия питания не требуется;

- картографическая информация, используемая в РЭКНС, должна быть последним изданием, подготовленным уполномоченной гидрографической службой. Список имеющихся в РЭКНС карт должен представляться по запросу оператора;

- объем информации, отображаемой РЭКНС, должен соответствовать, по крайней мере объему картографических данных стандартного отображения;

- должна быть предусмотрена возможность выполнения предварительной и исполнительной прокладок с обеспечением:

- переноса предварительной прокладки, первоначально выполненной на основной системе;

- внесения корректировок в запланированный маршрут;

- автоматического или ручного нанесения на экран местоположения собственного судна;

- отображения значений курсов, пеленгов, расстояний;

- отображения линий запланированного и пройденного маршрутов;

- нанесения отметок времени, путевых точек, линий пеленгов и расстояний;

- установка значений безопасной изобаты и безопасной глубины;

- допускается использовать в качестве элемента дублирования наложение на определенные части ЭНК радиолокационного изображения, при этом радиолокационная станция должна отвечать Правилам по оборудованию морских судов классификационного общества;

- должна быть обеспечена возможность регистрации координат, времени, курса и скорости собственного судна с интервалом в одну мин в течение не менее четырех часов.

ЭКНИС должна сохранять и иметь возможность воспроизведения информации (электронный журнал), достаточный для восстановления действий оператора и проверки официальных баз данных за период предыдущих 12 часов, в течение которых следующие данные должны фиксироваться с интервалом в одну минуту: координаты, время, курс и скорость собственного судна;

ЭНК, на которых выполнялась прокладка, наименование выпустившей организации, дата их издания, отображающиеся на экране дисплея фрагменты карты, история корректуры.

В течение всего рейса ЭКНИС должна фиксировать координаты судна с относящимися к ним отметками времени с интервалом, не превышающим четыре часа.

Возможность внесения изменений в записанную информацию должна быть исключена.

В ЭКНИС должна быть предусмотрена защита данных, записанных за предыдущие 12 часов и за весь рейс.

Учитывая, что приведенные на уровень современности карты и другие морские публикации, могут быть предоставлены и отображены в электронном виде системой ЭКНИС, комитет по безопасности на море ММО, 4 декабря 2006 года принял Пересмотренные эксплуатационные требования к ECDIS (Резолюция MSC.232(82)). КБМ ММО рекомендовал правительствам обеспечить, чтобы, начиная с 1 января 2009 года, на суда устанавливались ECDIS, отвечающие этим требованиям. ECDIS, установленные в период с 1.01.1996 по 1.01.2009 года, должны отвечать требованиям резолюции A.817(19) от 27.11.1995 года.

Краткое изложение новых эксплуатационных требований к ECDIS (ЭКНИС) (Резолюция MSC.232(82))

Для целей эксплуатационных требований к ECDIS приводятся определения:

ENC (электронная навигационная карта) – это база данных, созданная гидрографической службой (по поручению правительства страны) в соответствии со стандартом международной гидрографической организации (МГО) и содержащая всю картографическую информацию необходимую для безопасного судовождения, а также дополнительные данные по приливам, огням и знакам, информацию из лоции.

SENC (системная электронная навигационная карта) – база данных во внутреннем формате ECDIS, которая создается производителем ECDIS путем точного трансформирования всего содержания ENC и её корректуры.

ECDIS разных производителей отличаются и SENC также могут внешне отличаться, но они должны создаваться на базе единой ENC и содержать одинаковую информацию для данного района.

Экран ECDIS может также использоваться для отображения информации РЛС, информации РЛ сопровождения целей, АИС и других соответствующих слоев данных в помощь ведения исполнительной прокладки.

Если соответствующая картографическая информация отсутствует в подходящем виде, некоторые системы ECDIS могут работать в режиме отображения растровых карт (RCDS).

Картографическая информация, подлежащая использованию в ECDIS, должна быть последнего издания, приведена на уровень современности официальной корректурой и выпущена правительством или, по его поручению, – гидрографической службой или иным соответствующим государственным органом, и должна отвечать стандартам МГО.

Должна быть обеспечена невозможность изменения содержания ENC.

Корректурa должна храниться отдельно от ENC и автоматически вноситься в SENC. Архив корректуры должен включать корректуру к каждой ENC и храниться до замены карты. Пользователь должен иметь возможность просмотреть текст корректуры из архива, чтобы удостовериться в ее правильности.

ECDIS должна быть способна принимать как не кодированные ENC, так и кодированные ENC – в соответствии с Системой МГО защиты данных.

ECDIS должна обеспечивать прием и преобразование ENC и ее корректуры в SENC.

SENC должна подразделяться на следующие три категории: базовая нагрузка дисплея, стандартная нагрузка дисплея и вся иная информация.

«Опасная изобата» по умолчанию устанавливается на расстояние 30 м. Должна быть индикация.

Информация РЛС и/или АИС и иная навигационная информация могут налагаться и отображаться в ECDIS. Если РЛ изображение добавляется к отображению ECDIS, они оба должны иметь одинаковые масштабы, картографические проекции и ориентацию.

ECDIS и добавленная навигационная информация должны использовать общую систему координат.

РЛ изображение и полученные от GPS координаты должны автоматически учитывать поправки за смещение соответствующих антенн от места, с которого управляется судно (постоянная общая опорная точка).

ECDIS должна обеспечивать режим истинного движения, с ориентацией по меридиану. Другие режимы допускаются.

Если для района отображения нет соответствующей ENC, то в этом месте должно быть указание, отсылающее к бумажной карте или к работе в режиме RCDS.

Должны использоваться цвета и условные знаки, рекомендуемые МГО.

Эффективный размер отображаемой карты 270х270 мм.

Минимальное разрешение 1280х1024.

Должна быть обеспечена возможность выполнения предварительной прокладки по одному или более измененному маршруту в дополнение к основному. Выбранный маршрут должен четко отличаться от остальных.

Должна быть обеспечена индикация того, что курс проложен через опасную изобату или ближе, чем установленная дистанция от границ запретного района, изолированной опасности или какого-то объекта.

Исполнительная прокладка

ECDIS должна обеспечивать подачу сигнала, если в пределах установленного времени судно пересечет опасную изобату или границу запретного района, а также, когда отклонение от курса достигнет установленной величины.

Должна быть индикация того, что, продолжая следовать тем же курсом и скоростью, за указанное время или дистанцию, судно пройдет ближе к опасности, чем установлено.

Место судна должно отображаться по данным непрерывных обсерваций. Если возможно, должна быть вторая система обсервации, отличная от первой.

Должна быть предусмотрена возможность одновременного отображения выбранного и запасных маршрутов.

Должна быть обеспечена возможность отображения достаточного числа точек, подвижных электронных линий пеленгов, подвижных и фиксированных отметок дальности и других символов, требуемых для судовождения (для прокладки ограждающих пеленгов и линий положения в виде пеленгов и дистанций и соответствующего расчета координат (Дополнение 3).

Индикация расхождения в координатах, полученных от GPS и вручную.

Документирование для восстановления плавания:

1. За последние 12 часов с интервалом в одну минуту:

– время, координаты, курс и скорость,

– данные ENC-издание, год, ячейка по каталогу, перечень корректуры.

2. За весь рейс с интервалом не более четырех часов.

Эти данные должны быть защищены.

Автоматическая или ручная проверка главных функций ECDIS.

При неисправности должна высвечиваться информация о блоке, вышедшем из строя.

ECDIS должна соединяться с GPS, гироскопом и лагом.

ECDIS может предоставлять информацию SENC для других приборов.

ECDIS должна обеспечиваться аварийным источником питания.

Перерыв в электропитании до 45 сек, не должен требовать ручного перезапуска системы.

Информация SENC должна предусматривать базовую нагрузку дисплея, стандартную нагрузку дисплея, иную информацию.

Элементы и параметры судовождения включают:

*Пройденный путь с отметками времени по запасному маршруту.

*Ожидаемое место с отметкой времени.

*Обсервованное место с отметкой времени.

*Линия положения с отметкой времени.

*Смещенная линия положения с отметкой времени, (вектор скорости течения с указанием значения и времени).

*Безопасная линия (опасный пеленг или опасная дистанция).

*Путевая точка с отметкой планируемых даты и времени прибытия.

*Секторы видимости огней, показывающие дальность видимости.

*Место и время подачи команды на руль.

Районы с особыми условиями плавания.

ECDIS должна распознавать и включать сигнализацию:

Зоны разделения движения судов и прибрежного плавания.

Районы ограниченные для плавания, с действующим предупреждением, нефти – и газодобычи.

Районы, которые следует избегать, в том числе и по определению мореплавателя.

Районы военных учений, приводнения гидросамолетов, якорных стоянок и особо уязвимые районы моря.

Полосы прохода подводных лодок.

Фермы по разведению морских животных и растительных культур.

Аварийно-предупредительная сигнализация и индикация

1. Сигнализация звуковая или звуковая и визуальная:

- пересечение опасной изобаты,
- район с особыми условиями плавания,
- отклонение от маршрута,
- GPS вышла из строя,
- подход к заданной точке, линии или району,
- разные системы координат,
- ECDIS вышла из строя,
- неисправность режима RCDS.

2. Индикация – визуальное указание:

- опасная изобата по умолчанию,
- работа ECDIS в растровом режиме,
- масштаб больше масштаба ENC,
- имеется ENC большего масштаба,
- имеется RNC более крупного масштаба,
- масштаб не соответствует масштабу самой крупной карты,
- разные системы координат,
- отсутствует ENC,
- удаленные из стандартной нагрузки дисплея категории информации,
- предварительная прокладка пересекает опасную изобату или указанный район,
 - в режиме исполнительной прокладки судно пересечет опасный район,
 - проверка показывает неисправность системы.

Требования к дублированию

При выходе из строя ECDIS должны быть независимые дублирующие средства, которые включают:

1. Средства, позволяющие принять на себя функции ECDIS, чтобы ситуация не стала критической.

2. Средства, обеспечивающие безопасность судовождения в течение всей оставшейся после выхода ECDIS из строя части рейса.

В критической ситуации должен быть обеспечен быстрый переход на систему дублирования.

Требования к системе дублирования:

1. СД должна в картографической форме отображать гидрографическую и географическую обстановку.

2. СД должна обеспечивать возможность предварительной прокладки (перенос прокладки с ECDIS и внесение в нее поправок вручную).

3. СД должна обеспечивать взятие на себя выполнение исполнительной прокладки (прокладка места судна, снятие с карты курсов, расстояний и пеленгов, отображение планируемого пути и отметок времени на нем, нанесение на карту необходимого числа точек, линий пеленгов, маркеров расстояний).

4. Если СД – электронное устройство, то оно должно отображать информацию эквивалентную стандартному дисплею.

5. Информация, отображаемая СД, должна быть приведена на уровень современности на весь рейс.

6. СД должна обеспечивать запись истинного пути судна (позиции местоположения и соответствующие отметки времени).

7. Точность должна соответствовать требованиям к ECDIS.

8. Если СД – электронное устройство, то оно должно обеспечивать сигнализацию или индикацию неисправностей системы. Цвета и условные обозначения должны соответствовать требованиям к ECDIS. Размеры отображаемой карты не менее 250x250 мм или диаметром 250 мм. Источник питания должен быть независимым от ECDIS и соответствовать требованиям к ECDIS.

9. Если СД – электронное устройство, то оно должно сопрягаться с GPS и не создавать помех оборудованию, обеспечивающему входные данные от датчиков.

10. Если в качестве элемента дублирования используется наложение на определенные места карты ENC радиолокационного изображения, РЛС должна отвечать положениям Резолюции MSC.192(79).

Режим работы RCDS

При работе в режиме RCDS (растровая картографическая система) соответствующий комплект откорректированных бумажных карт (APC) должен быть на судне и находиться под рукой мореплавателя.

Растровая навигационная карта (RNC) – факсимильная копия бумажной карты.

Системная растровая навигационная карта (SRNC) – база данных, полученная трансформированием RNC в RCDS посредством включения корректуры в RNC соответствующими средствами.

RNC, используемые в RCDS, должны быть последнего издания, подготовлены и изданы правительством или, по его поручению, гидрографической службой, и должны соответствовать стандартам МГО. Изменение содержания RNC должно быть невозможным.

RCDS должна обеспечивать отображение всей информации SRNC. Информация делится на две категории: стандартная нагрузка дисплея RCDS и любая другая информация.

Должна быть предусмотрена невозможность удаления какой-либо информации RNC.

Особенности работы ECDIS в режиме RCDS

При работе в режиме RCDS всегда должна быть индикация того, что оборудование ECDIS работает в режиме RCDS.

Должна быть обеспечена возможность ориентации изображения SRNC «по норду». Иные ориентации допускаются. Должны использоваться цвета и знаки, рекомендованные МГО.

RCDS должна иметь возможность простого и быстрого отображения примечаний карты, расположенных за пределами отображаемого района карты.

Судоводитель должен иметь возможность введения точек, линий и районов, которые приводят к срабатыванию сигнализации.

RCDS должна воспринимать только те обсервованные координаты, которые представлены в системах WGS-84 или PE-90.

RCDS должна позволять пользователю вручную согласовывать SRNC с данными о месте судна. Это может быть необходимо для компенсации местных ошибок картографии.

Должна быть возможность приведения в действие сигнализации при подходе к точке, линии или границе выделенного района за установленное время или на дистанцию.

RCDS должна быть способна совершать преобразование местной системы геодезических координат в WGS-84 и обратно.

Интеграция РЛС и ЭКНИС

Чтобы судоводитель вел непрерывное РЛ-наблюдение, производители расширяют возможности РЛС, как-то: возможность наносить на экран РЛС примитивную карту, отображать выбранные части электронных навигационных карт, передавать РЛ-изображение на экран ЭКНИС «радар оверлей». Однако все это не освобождает судоводителя от необходимости вести постоянное наблюдение одновременно на двух дисплеях, что для обеспечения безопасности судовождения невозможно. Анализируя эту проблему, некоторые специалисты аргументируют необходимость объединения усилий производителей РЛС и ЭКНИС с целью «создания на базе ЭКНИС единого индикатора ситуаций с четко обозначенными следующими режимами работы:

Навигация 1 (планирование перехода).

Навигация 2 (проведение перехода и определение местоположения).

Предотвращение столкновений судов.

Управление судном (когда важна траектория движения каждой оконечности судна).

Для каждого режима работы – своя система меню, свой минимум подаваемой «по умолчанию» информации, своя минимальная система сигнализации. Такое устройство отображения можно создать только на базе ЭКНИС».

Следует ожидать, что, в недалеком времени, когда ЭКНИС станет конвенционным (обязательным) оборудованием и в систему будет встроен модуль САРП, то потребность в системах автосопровождения и САРП отпадет. В РЛС не будет индикатора, а останется только приемопередатчик, который будет передавать отраженные эхосигналы непосредственно в ЭКНИС, которая будет их обрабатывать как САРП и отображать на своем едином мониторе. В режиме мониторинга (навигация 2) на электронной карте будут отображаться РЛ – цели, и пока они не опасные, наблюдение можно вести только в этом режиме. С появлением опасных целей, будет необходимо переключить ЭКНИС в режим «Предотвращения столкновений судов». При этом на экране останется необходимый минимум навигационной информации (опасные глубины, опасная изобата, зоны разделения движения) и появится полное отображение радиолокационной обстановки и соответствующие требованиям к САРП параметры целей, а также все необходимое для обработки информации и принятия решения о предотвращении столкновения.

4.4 Прибор регистрации данных о рейсе судна [109]

Прибор Регистрации Данных (Voyage Data Recorder) предназначен для сохранения в защищенной и извлекаемой форме информации относительно местоположения, движения, общего состояния судна, команд и управления судном в течение периода времени, предшествующего инциденту и после него. Данная информация будет использована в последующем расследовании с целью определения причин инцидента и должна быть доступна как Администрации, так и Судовладельцу.

Эксплуатационные требования к прибору регистрации данных о рейсе судна определяются Резолюцией ИМО А.816(20), принятой 27 ноября 1997 года. Ниже приведены лишь сугубо специфические особенности ПРД.

Оборудование должно быть спроектировано так, чтобы насколько это практически возможно, нельзя было вмешаться ни в выбор данных, вводимых в оборудование, ни в то, что уже было зарегистрировано. Любая попытка должна регистрироваться.

Метод регистрации должен быть таким, чтобы каждый пункт регистрируемых данных проверялся на достоверность и подавался сигнал аварийно-предупредительной сигнализации, если обнаружена некорректируемая ошибка.

ПРД обязан регистрировать событие в течение всего инцидента и поэтому должен иметь возможность работы от судового аварийного источника электроэнергии.

Если отказывает судовой аварийный источник электроэнергии, ПРД должен продолжать регистрировать переговоры на мостике, питаясь от специально предназначенного резервного источника электроэнергии в течение двух часов. В конце этого периода вся регистрация должна прекращаться автоматически.

ПРД должен быть оборудован устройством для определения его места. В первую очередь приборами ПРД оснащаются все пассажирские суда вне зависимости от водоизмещения.

Данные, подлежащие регистрации прибором ПРД:

- дата и время с дискретностью, обеспечивающей восстановление последовательности событий. Дата и время относительно Всемирного скоординированного времени должны быть получены от внешнего (не установленного на судне) источника или от встроенных в регистратор часов;
- широта и долгота местоположения судна, полученные от приемоиндикатора системы радионавигации, с указанием его типа и режима работы;
- скорость судна от судового лага с указанием способа измерения (относительно воды или грунта);
- курс судна от судового гирокомпаса или магнитного компаса;
- речевые переговоры, команды и звуковые сигналы на ходовом мостике, а также, по возможности, объявления через командное трансляционное устройство;

- переговоры с другими судами или объектами с использованием радиооборудования УКВ диапазона;
- радиолокационная и вспомогательная навигационная информация, отображаемая на индикаторе радиолокационной станции. Метод регистрации должен обеспечивать возможность воспроизведения изображения в том виде, в котором оно было в момент записи, с учетом возможных искажений, связанных со сжатием информации при записи;
- глубина под килем судна с указанием установленной шкалы измерения и режима работы эхолота;
- все аварийно-предупредительные сигналы, поступающие на ходовой мостик;
- команды, поступающие в рулевую машину, и их выполнение, а также режим работы системы управления курсом или траекторией;
- команды, поступающие в машинное отделение и их выполнение, а также режим работы подруливающих устройств (при их наличии);
- состояние забортных отверстий в корпусе судна в объеме информации, поступающей на ходовой мостик;
- состояние водонепроницаемых и противопожарных дверей;
- ускорения и напряжения в корпусе судна (при наличии соответствующих датчиков);
- скорость и направление ветра (при наличии соответствующих датчиков).

Регистратор данных рейса должен обеспечивать регистрацию и хранение информации по крайней мере за предыдущие 12 часов рейса.

Для регистрации курса на судах валовой вместимостью 500 и менее, на которых не предусматривается установка гирокомпаса, будет применяться магнитный компас со специальным устройством для передачи курса в ПРД, РЛС и САРП.

Для регистрации скорости и направления ветра целесообразно использовать судовой измеритель параметров ветра, но обязательность установки этого прибора на судах правилами V/19 и V/20 не предусматривается.

4.5 Интегрированная система ходового мостика [109–115]

С середины 70-х годов прошлого века начались работы по созданию интегрированных пультов управления на базе вычислительной техники, основными особенностями которых являлись:

- обмен информацией (сигналами управления и данными) между пультом и техническими средствами осуществлялся по единому интерфейсу;
- управление каждым техническим средством осуществлялось с одного рабочего места;
- подключение к пульту новых технических средств взамен старых аналогичного предназначения доработке подлежало только программное обеспечение.

Реализация всех достижений в этой области была осуществлена в начале 80-х годов в морской системе автоматизации процессов судовождения «Бирюза». В ней обеспечивалось решение основных задач навигации и управления движением судна, включая счисление и прокладку пути; определение географических и маршрутных координат по данным радионавигационных систем, радиолокационных и астрономических измерений; определение элементов движения целей; оценку опасности сближения судов и выработку рекомендаций по безопасному расхождению; регистрацию навигационной информации. В системе также обеспечивался режим автоматизированных расчетов планирования и контроля грузовых операций, расчет прочностных и иных характеристик судна для различных вариантов плавания.

В 90-е годы окончательно оформилась концепция изготовления всего комплекса связного, навигационного оборудования и технических средств управления судном от одного поставщика в едином дизайнерском исполнении.

Производители электронных карт и систем автоматической радиолокационной прокладки к этому времени уже перешли на обработку, решение и выдачу информации на основе компьютерных технологий и оказались готовы к распространению своих локальных сетей на весь ходовой мостик.

Интегрированная система ходового мостика (Integrated Bridge System) – это автоматизированный программно-аппаратный комплекс, включающий в свой состав несколько разнородных систем по сбору, обработке, хранению и отображению информации в интересах обеспечения навигационной безопасности плавания, управления судном и радиосвязи, а также достижения максимальной эффективности несения вахты на мостике, в том числе и одним человеком [109, 115].

Необходимость интеграции технических средств в целях повышения безопасности судовождения юридически оформлена в ряде регламентирующих документах:

- новая редакция главы V Конвенции СОЛАС–74/88;
- циркулярное письмо Комитета по безопасности на море ИМО MSC/Circ. 982 «Руководство по эргономическим критериям оборудования мостика и его расположению»;
- требования сертификационных обществ German Lloyd & Det Norske Veritas к оборудованию мостика на судах под классификацию «Один человек на мостике»;
- Правила по оборудованию морских судов Российского Морского Регистра Судовождения (Общие требования к ходовому мосту судов, управляемых одним человеком);
- Кодекс безопасности высокоскоростных судов.

Таким образом, к 2002 г. в мировом морском сообществе сложилась полная готовность перехода к интегрированным мостиковым системам на судах гражданской постройки.

Создание интегрированной мостиковой системы позволяет не только успешно реализовать функции, которые ранее выполнялись с помощью набора отдельных технических средств, но и обеспечить более оперативное и оптимальное решение «пограничных» задач на стыке нескольких, ранее разделенных (а часто и разнесенных по расположению) систем.

Функциями интегрированной мостиковой системы являются:

- сбор и обработка информации от технических средств судна, в т.ч. не имеющих унифицированных цифровых информационных выходов;
- создание на основе собранной информации единого информационного поля данных;
- распределение информации и ее вывод на средства отображения для обеспечения выполнения должностными лицами своих функциональных обязанностей;
- осуществление судовождения и обеспечение навигационной безопасности плавания;
- управление, в том числе с помощью графического пользовательского интерфейса отдельными системами и устройствами судна;
- управление средствами судовой связи, в том числе ГМССБ радиосвязи.

К органам управления, контроля и приборам индикации интегрированной мостиковой системы относятся органы и приборы, предназначенные для:

- изменения хода судна (дистанционное управление главными двигателями, лопасти винтов регулируемого шага, тахометры гребного винта, указатели положения лопастей ВРШ);
- передачи и регистрации команд об изменении хода судна электромеханическими средствами (машинные телеграфы, реверсографы);
- наблюдения за окружающей обстановкой в районе плавания (индикаторы РЛС, указатели глубин, гидролокаторы, индикаторы длины вытравленной якорной цепи);
- индикации величин, относящихся к элементам движения судна (указатели курса, скорости, пройденного расстояния, положения пера руля, скорости поворота, осадки);
- ведения радиосвязи по УКВ (органы дистанционного управления и переговорные устройства);
- внешней звуковой и световой сигнализации (органы ручного управления свистками, программные устройства автоматической подачи звуковых и световых сигналов, органы дистанционного управления электромегафонами, ключи проблесковых ламп и лампы дневной сигнализации, коммутаторы сигнально-отличительных фонарей);
- внутренней связи и звуковой сигнализации (телефоны парной связи, коммутаторы служебной телефонной связи, телефоны судовой АТС, коммутаторы командной громкоговорящей связи и трансляции, замыкатели авральной сигнализации);

– обеспечения живучести судна и для других ответственных операций (закрытие водонепроницаемых и противопожарных дверей, пуск систем пожаротушения, управление якорным устройством, вентиляцией жилых и служебных помещений и трюмов, подруливающим устройством, активным рулем);

– звуковой и световой сигнализации о неисправностях и исполнительной сигнализации о выполнении заданных команд (обобщенная и индивидуальная сигнализация о неисправностях ответственных механизмов, систем и устройств, сигнализация о достижении предельно-допустимых значений отдельных параметров, например, температуры, давления, частоты вращения, глубин);

– автоматизированного и автоматического управления судном и для решения задач по расхождению и предупреждению столкновений судов.

Интегрированная навигационная система должна объединять отдельные навигационные приборы и устройства для непрерывного контроля за навигационной обстановкой и обеспечения соответствующих сигнализаций.

Интегрированные навигационные системы, в зависимости от объема выполняемых функций, подразделяются на три категории:

- категория А – системы, обеспечивающие обработку и отображение информации о курсе, скорости и координатах судна, а также о текущем времени;
- категория Б – системы, обеспечивающие автоматическую обработку и отображение информации о курсе, скорости, текущих координатах судна, а также о глубине с формированием предупредительного сигнала об известных по запланированному маршруту и обнаруженных опасностях;
- категория В – системы, обеспечивающие, в дополнение к функциям категории Б, автоматическое управление судном по курсу, траектории или скорости, и осуществляющие контроль за параметрами управления.

Управление интегрированной навигационной системой должно осуществляться с единого пульта управления, включающего в себя органы управления системой, средства отображения информации и подачи сигнализаций.

4.6 Система управления движением судов

Плавание судов на подходах к портам и в портовых входах часто осуществляется на предельно малых глубинах, при малых отношениях сечения канала к площади мидельшпангоута судна, на малых скоростях, при которых в наибольшей степени сказывается снос от ветра и течения, ухудшается управляемость судна. Как правило, подходы к портам и портовые акватории находятся во внутренних или территориальных водах, где установлены местные правила плавания, имеется лоцманское обслуживание, а в крупных портах – береговые радиолокационные станции, посты регулирования движения судов или

системы управления движением судов. Местные правила, учитывающие специфику местных условий, могут существенно отличаться от МППСС–72. Особого внимания требует плавание вблизи границы зоны действия местных правил из-за опасности различной трактовки ситуации на судах в процессе расхождения.

Контроль и регулирование движения судов необходимы для сокращения простоев судов по метеорологическим причинам, предотвращения навигационных аварий, обеспечения безопасного плавания судов и координации их действий в стесненной навигационной обстановке. Зона действия ПРДС СУДС, процедуры контроля и регулирования движения судов, правовые взаимоотношения и ответственность четко оговариваются в местных правилах плавания. В отечественной практике разработано «Типовое положение о СУДС», на основе которого в портах разрабатываются собственные «Положения о СУДС (ПРДС)», учитывающие специфику местных условий.

Различают радиолокационный контроль, радиолокационную проводку судов, регулирование движения судов, управление движением судов в контролируемом районе.

Радиолокационный контроль – постоянный систематический обзор рабочей зоны РЛС с целью заблаговременного обнаружения возникновения опасной ситуации (сближение контролируемого судна с опасностью, сближение контролируемых судов между собой, появление судна, нарушающего правила) и своевременного предупреждения ее развития в нежелательном направлении.

Радиолокационная проводка – инструментальное (с помощью БРЛС) определение текущих координат судна (полярных или маршрутных) и передача их на судно с необходимой частотой.

Полярными координатами называют пеленг на судно и дистанцию до него от БРЛС, либо от оговоренного навигационного ориентира (мыс, маяк, входной мол порта), по которым текущее место судна наносится судоводителем на навигационную карту. Погрешность определения текущего места судна при этом составляет около 0,5 Кбт.

Маршрутными координатами называют текущее боковое смещение судна от оси канала (фарватер) и расстояние до ближайшей поворотной точки. Для судоводителя маршрутные координаты более информативны и оперативны. Они не требуют прокладки пеленгов и дистанций на карте, поэтому при радиолокационной проводке маршрутные координаты используются чаще, чем полярные, хотя при этом на лоцмана-оператора возлагается дополнительная обязанность – определять боковое смещение судна от Линии Заданного Пути. Полученные данные лоцман-оператор передает на судно для управления им: «Вы в 5 м левее оси канала... Вы в 8 м левее оси канала, возьмите 2° вправо...». В сложных условиях плавания информация передается обычно два раза в минуту, а при большом смещении судна – вдвое чаще, то есть каждые 15 с. Если лоцман-оператор оценивает смещение судна с ЛЗП глазомерно, относительно нанесенной на дисплей БРЛС «электронной» оси фарватера, то погрешность определения смещения судна с ЛЗП зависит от используемой шкалы БРЛС.

В автоматизированных БРЛС, где предусмотрено аналитическое преобразование измеренных полярных координат судна в маршрутные, СКП определения смещения судна от ЛЗП $m_y = 0,9$ кбт.

Высокоточные БРЛС обеспечивают возможность радиолокационной проводки судов на дистанциях до 6...7 миль по фарватерам шириной до 200 м при одностороннем движении и до 300 м – при двустороннем. В конкретной обстановке возможность и безопасность радиолокационной проводки определяются технико-эксплуатационными параметрами БРЛС и СУДС, профессиональными качествами лоцмана-оператора и судоводителя, размерениями и маневренными возможностями судна, характеристиками фарватера, гидрометеорологической обстановкой. Компьютерная вторичная обработка радиолокационной информации повышает ее точность, а возможность наложения этой информации на электронную карту облегчает оператору оценку складывающейся ситуации.

Важно помнить, что в БРЛС обработка информации осуществляется относительно центра эхосигнала от судна. Лоцман-оператор фиксирует на экране смещение эхосигнала относительно «электронной» оси фарватера. Однако центру эхосигнала соответствует, как правило, одна из оконечностей судна – носовая или кормовая – в зависимости от курсового угла судна. Неучет этого эффекта нередко становится причиной касания грунта при радиолокационной проводке судна по узкому открытому фарватеру.

На основе информации о месте, передаваемой лоцманом-оператором БРЛС, судоводители управляют судном, корректируют его курс и/или скорость с учетом навигационной обстановки. Такой метод проводки называется пассивным. Активный метод дистанционной радиолокационной проводки предполагает управление всеми маневрами судна лоцманом-оператором СУДС по радиотелефону. Этот метод, обеспечивающий высокую точность проводки на прямолинейных каналах, не дает хороших результатов на извилистых фарватерах, так как лоцман-оператор не знает маневренных характеристик, прежде всего особенностей поворотливости судна, особенно в условиях сильного ветра.

Регулирование движения судов предусматривает выдачу им разрешений на вход в зону действия системы, отход от причала, съемку с якоря, движение по контролируемой акватории, а также назначение очередности, порядка и маршрута движения в зависимости от конкретных обстоятельств, установление определенных скоростей судов и дистанций между ними.

Судно, стоящее на якоре или у причала, входящее в зону действия СУДС или проходящее через нее, должно до начала движения (либо при подходе к зоне) установить связь с Центром СУДС (ЦСУДС), запросить разрешение на движение и в дальнейшем нести постоянную радиовахту на рабочем канале центра (поста). Радиообмен центра (поста) с судами и текущая навигационная обстановка документируются.

Центр (пост) дает разрешение на вход в свою зону только после надежного опознавания эхосигнала судна на экране БРЛС (по полярным координатам относительно назначенного ориентира, по выполнению судном обусловленного маневра, по радиопеленгу судна и другими указанными

в Правилах плавания методами). Полученное разрешение на движение или вход в зону действия СУДС действует, как правило, в течение 30 мин и в случае задержки должно быть возобновлено. Судно обязано дублировать все относящиеся к нему указания центра (поста).

Плавание в зоне действия СУДС (как с лоцманом, так и без лоцмана на борту) не снимает с капитана ответственности за все действия по управлению судном и безопасность судна. Информация, выдаваемая лоцманом-оператором ЦСУДС, носит рекомендательный характер.

Однако в быстроменяющейся ситуации и оператор ЦСУДС, и капитан судна должны учитывать множество обстоятельств. В силу большей информированности оператор ЦСУДС лучше капитана знает текущую обстановку, действия и намерения других судов, правила плавания в районе, степень нарастания опасности ситуации. Его единственное решение будет, по-видимому, всегда лучше двух (или нескольких) противоречивых решений капитанов сближающихся судов. Именно поэтому международными и местными правилами оператору СУДС предоставлено право управления движением судов. Обычно обязательными для выполнения являются указания оператора СУДС, касающиеся очередности и маршрута движения, порядка расхождения судов, действий для предотвращения опасного сближения, якорной стоянки. Капитан, не выполнивший указание оператора СУДС, несет ответственность за это как за нарушение обязательных постановлений по порту и правил плавания [109, 115].

Капитан судна вправе не выполнить указание оператора ЦСУДС, если это невозможно, либо связано с непосредственной опасностью для судна, сообщив незамедлительно причину отказа оператору. Центр СУДС несет ответственность за переданную информацию в пределах точности используемых технических средств, известных капитану. Аварийные убытки, происшедшие по вине СУДС, должны возмещаться по тому же принципу, что и в случае аварии судна во время лоцманской проводки.

4.7 Глобальная морская система связи при бедствии и для обеспечения безопасности

Глобальная морская система связи при бедствии и для обеспечения безопасности представляет собой международную комплексную систему радиосвязи, предназначенную для повышения уровня безопасности мореплавания. Отличительной чертой ГМССБ является высокая степень автоматизации передачи и приема сообщений, в том числе, о бедствии, основанная на широком использовании спутниковых и усовершенствованных традиционных, включая цифровой избирательный вызов средств и методов связи, совместное использование которых позволяет обеспечить быструю и достоверную передачу и прием оповещений о бедствии на любом расстоянии независимо от условий распространения радиоволн.

Основная концепция системы основана на том, что поисково-спасательные организации, а также суда в районе бедствия должны быть в возможно короткий срок извещены о бедствии с тем, чтобы принять участие в скоординированных поисково-спасательных операциях с минимальными затратами времени. Система также обеспечивает связь, относящуюся к безопасности и срочности, а также передачу информации, необходимую для безопасности мореплавания, включая навигационные и метеорологические предупреждения.

В ГМССБ задействованы следующие системы связи:

- спутниковая система связи ИНМАРСАТ, основанная на использовании геостационарных спутников и работающая в диапазонах частот 1,5 и 1,6 ГГц. Она обеспечивает оповещение о бедствии, передаваемое судном, с использованием судовой земной станции или спутникового аварийного радиобуя и возможность двухсторонней связи с абонентом;
- спутниковая система КОСПАС-САРСАТ, основанная на использовании низкоорбитальных спутников на околополярной орбите и работающая в диапазоне частот 406,0–406,1 МГц. Система обеспечивает оповещение о бедствии и определение местоположения спутниковых АРБ, работающих в данной системе (рис. 4.1);

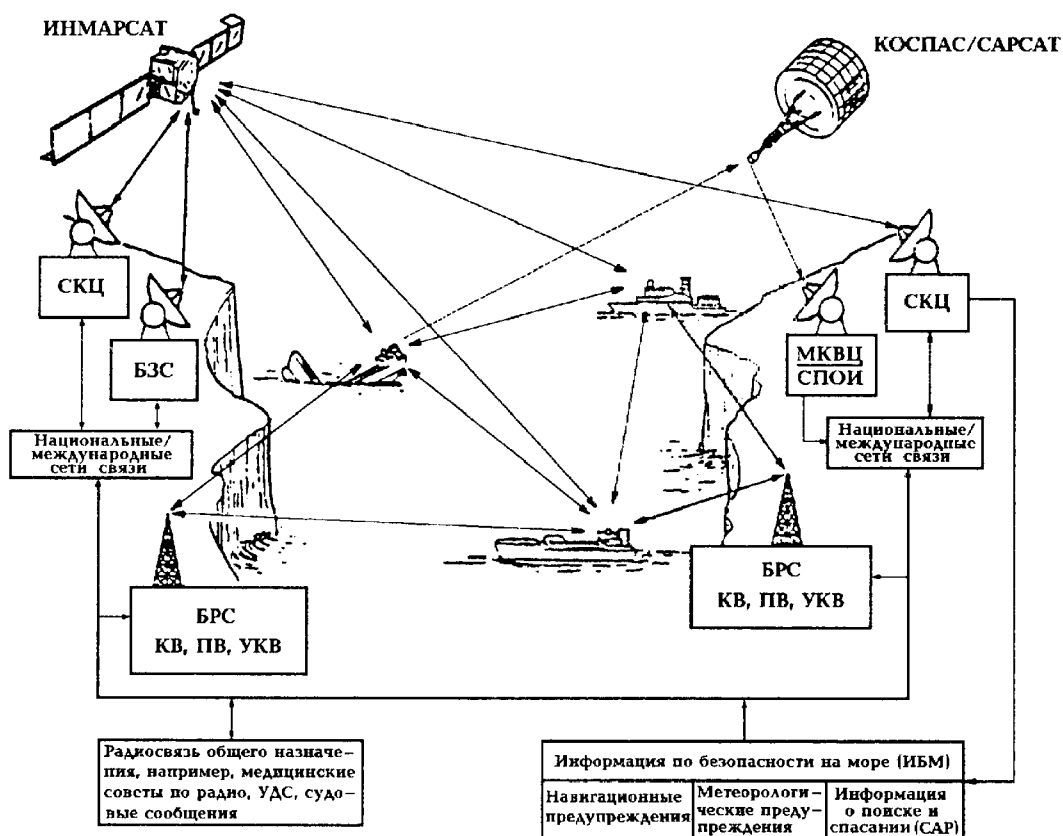


Рисунок 4.1 – Общй принцип построения ГМССБ

- морская подвижная служба в полосе частот УКВ 156–174 МГц, обеспечивающая оповещение о бедствии в режиме цифрового избирательного вызова и связь в режиме телефонии на ближних расстояниях;
- морская подвижная служба в полосе частот 4–27,5 МГц (КВ-диапазон), обеспечивающая оповещение о бедствии в режиме ЦИВ и связь в режимах телефонии и буквопечатания на дальних расстояниях;
- морская подвижная служба в полосе частот 415–535 кГц (СВ-диапазон) и 1605–4000 кГц (ПВ-диапазон), обеспечивающая оповещение о бедствии в режиме ЦИВ и связь в режимах телефонии и буквопечатания на средних расстояниях.

Так как различные системы связи, входящие в состав ГМССБ, имеют свои ограничения, связанные с зоной действия и видами предоставляемых услуг, требования к составу судового радиооборудования определяются в зависимости от районов плавания судна, которые характеризуются следующим образом:

- «морской район А1» – район в пределах зоны действия береговой УКВ радиостанции, обеспечивающей постоянную возможность оповещения о бедствии с использованием ЦИВ (20–30 миль);
- «морской район А2» – район, за исключением морского района А1, в пределах зоны действия береговой ПВ радиостанции, обеспечивающей постоянную возможность оповещения о бедствии с использованием ЦИВ (около 100 миль);
- «морской район А3» – район, за исключением морских районов А1 и А2, в пределах зоны действия геостационарных спутников ИНМАРСАТ (примерно между 70⁰ северной широты и 70⁰ южной широты);
- «морской район А4» – район, находящийся за пределами морских районов А1, А2 и А3.

Каждое судно, подпадающее под требования Конвенции СОЛАС–74 с поправками 1988 года, должно иметь радиооборудование, которое способно обеспечивать в соответствии с Правилем 4 новой Главы IV Конвенции СОЛАС–74:

- передачу оповещений о бедствии в направлении судно–берег по крайней мере двумя отдельными и независимыми средствами, каждое из которых использует различные виды радиосвязи;
- прием оповещений о бедствии в направлении берег–судно;
- передачу и прием оповещений о бедствии в направлении судно–берег;
- передачу и прием сообщений для координации поиска и спасания;
- передачу и прием сообщений на месте бедствия;
- передачу и прием сигналов для определения местоположения;
- передачу и прием информации по безопасности на море;
- передачу и прием радиосообщений общего назначения через береговые системы или сети связи;
- передачу и прием сообщений «мостик–мостик».

ИНМАРСАТ – Е представляет собой систему, служащую для оповещения о бедствии судна. В состав системы входят свободно плавающие спут-

никовые аварийные радиобуи (АРБ), работающие в диапазоне 1,6 ГГц, геостационарные спутники и береговые земные станции (БЗС) системы ИНМАРСАТ, а также дополнительная аппаратура приема и обработки информации на БЗС.

Высота орбиты геостационарных спутников составляет около 35 700 км над экватором. Спутники располагаются в определенных точках над Атлантическим, Индийским и Тихим океанами и обеспечивают почти глобальный охват поверхности Земли (за исключением околополярных шапок – выше 76° градуса северной широты и ниже 76° градуса южной широты). В настоящее время функционируют четыре спутника, зоны охвата которых соответствуют четырем океанским районам:

- Атлантический океан (запад),
- Атлантический океан (восток),
- Индийский океан,
- Тихий океан.

Имеются запасные спутники, обеспечивающие связь в случае выхода из строя основного спутника.

После включения АРБ (ручного или автоматического) он передает сообщение о бедствии, включающее идентификационный номер (прошивается в памяти АРБ на заводе-изготовителе), координаты судна (вводятся вручную или автоматически от судовых радионавигационных приборов) и другая дополнительная информация, которая может облегчить проведение поисково-спасательной операции (характер бедствия, курс и скорость судна). Ретранслируемый через спутник сигнал АРБ принимается на БЗС, обрабатывается и передается в СКЦ, который принимает соответствующие действия по организации поиска и спасания. Время доставки сообщения о бедствии на БЗС – 2...5 мин.

Система КОСПАС/САРСАТ является Международной Системой, совместно разработанной организациями Канады, Франции, США и СССР. Система представляет собой спутниковую систему поиска и спасания, предназначенную для определения местоположения аварийных радиобуев, передающих радиосигналы на частотах 121,5 МГц и 400 МГц. Система построена на основе низкоорбитальных спутников, запускаемых на околополярную орбиту высотой 800...1000 км, и, в принципе, аналогична широко используемым в недавнем времени спутниковым навигационным Доплеровским системам (типа «Транзит»). Отличие заключается в том, что координаты места в этой системе определяются не на судне по сигналам спутника, а на береговой станции (пункте приема информации) по сигналам радиобуя, ретранслируемым через спутник. Таким образом, в отличие от системы Инмарсат-Е, в данной системе не требуется ввод в АРБ координат места бедствия.

Основной принцип построения системы показан на рисунке 4.2.

В настоящее время имеется три типа АРБ: авиационные, морские и переносные для использования на суше. АРБ работают на частоте 121,5 МГц (Международная авиационная аварийная частота) и в полосе частот 406,0–406,1 МГц.

В случае бедствия АРБ включается (автоматически или вручную) и излучает сигналы, которые обнаруживаются спутниками КОСПАС/САРСАТ. В стандартную конфигурацию системы входят четыре спутника. Для обнаружения сигналов АРБ и определения их местоположения в системе КОСПАС/САРСАТ используются два режима работы:

- режим приема и передачи информации в реальном масштабе времени;
- режим глобального охвата Земли.

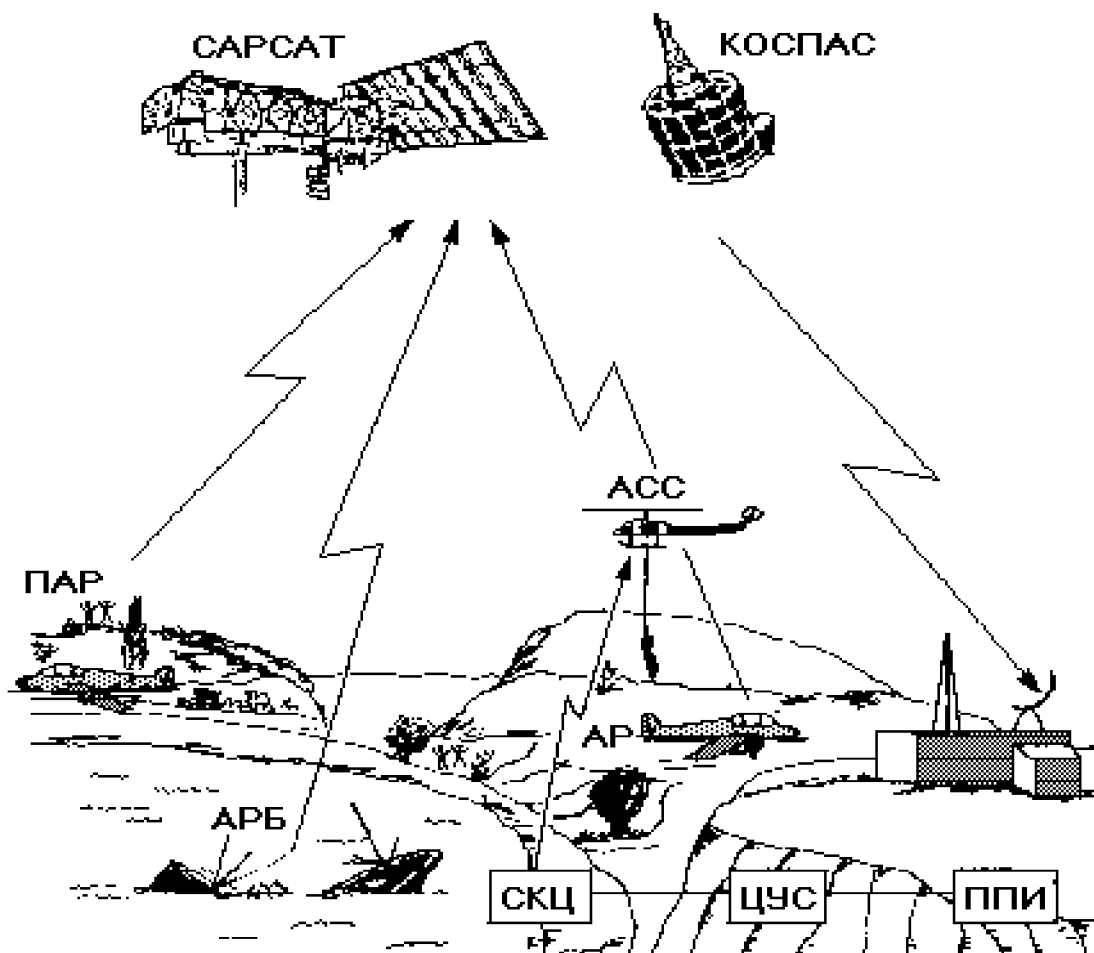


Рисунок 4.2 – Основной принцип построения системы КОСПАС/САРСАТ

Режим работы в реальном масштабе времени характеризуется тем, что если АРБ и пункт приема информации на суше (ППИ) находятся в зоне видимости спутника, информация от буя, работающего на частоте 121,5 МГц ретранслируется непосредственно на ППИ. Расчет Допплеровского сдвига и обработка сигнала производятся на ППИ. При работе буя на частоте 406 МГц информация принимается спутником, обрабатывается (включая измерение Допплеровского сдвига) и передается в реальном масштабе времени на ППИ;

одновременно данные поступают в запоминающее устройство спутника для последующей передачи.

Режим глобального охвата обеспечивается путем сохранения в памяти спутника информации, принятой от АРБ, с целью последующей передачи на ППИ по мере их входа в зону видимости спутника. Таким образом, в данном режиме каждый АРБ может быть обнаружен всеми ППИ, находящимися в эксплуатации.

Режим глобального охвата обеспечивается только АРБ, работающими на частоте 400 МГц. Поэтому АРБ 400 МГц приняты для использования в ГМССБ. Выпускаемые промышленностью АРБ 400 МГц оснащаются маломощным передатчиком, работающим на частоте 121,5 МГц и предназначенным для ближнего привода средств поиска и спасания.

ППИ передает информацию в национальный центр управления системой. Все ЦУС связаны друг с другом телефонной, телексной сетью или сетью передачи данных. От ЦУС информация оповещения о бедствии и местоположении поступает в соответствующий спасательно-координационный центр, который обеспечивает поиск и спасание.

Точность определения местоположения АРБ в системе КОСПАС/САРСАТ составляет не более 5 км для АРБ 404 МГц и около 20 км для АРБ 121,5 МГц. Время доставки сообщения, определяемое как время с момента включения АРБ до приема сообщения соответствующим СКЦ, зависит от взаимного расположения спутников, расположения ППИ, местоположения АРБ относительно ППИ, широты места АРБ и от сети наземной связи и может достигать до 1...1,5 часов в северном полушарии и до 2 часов в южном полушарии с учетом времени ожидания пролета спутника и времени движения спутника до ближайшего ППИ.

Основные технические характеристики АРБ 406 МГц:

- несущая частота 406,025 МГц;
- выходная мощность 5 Вт;
- время передачи сообщения 440 мс.

Система КОСПАС-САРСАТ рассчитывает данные о местоположении радиобуев.

Приемник службы НАВТЕКС

НАВТЕКС – международная автоматизированная система передачи навигационных и метеорологических предупреждений и срочной информации в режиме узкополосного буквопечатания. Служба использует специально выделенную для этих целей частоту 518 кГц, на которой береговые станции передают информацию на английском языке, распределив, во избежание взаимных помех, время работы каждой станции по расписанию. Эксплуатационные и технические характеристики системы даны в Рекомендации МККР 540-1. Организация службы НАВТЕКС показана на рисунке 4.3

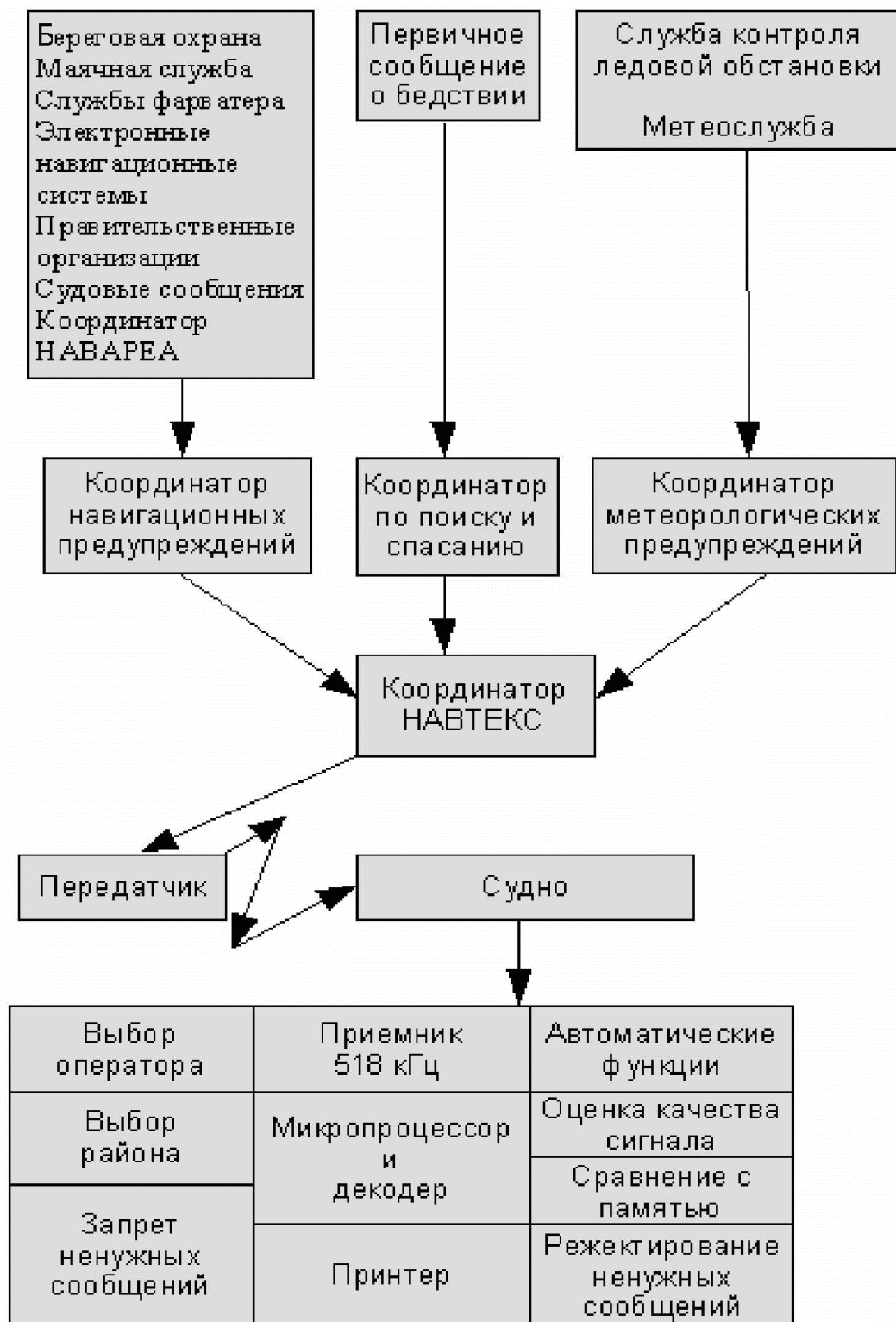


Рисунок 4.3 – Организация службы НАВТЕКС

НАВТЕКС является компонентом Всемирной службы навигационных предупреждений, принятой Резолюцией Ассамблеи А.419(XI), и входит в состав ГМССБ.

В ВСНП весь Мировой океан разделен на 16 районов, в каждом из которых имеется страна, ответственная за сбор, анализ и передачу навигационной информации. Передача осуществляется в определенные расписанием сроки на английском языке и по установленному для НАВТЕКС формату.

Сообщения всех видов передаются в порядке обратном их получению на станцию НАВТЕКС, т.е. последнее, полученное на станцию сообщение, передается в первую очередь.

Формат сообщений НАВТЕКС приведен на рисунке 4.4.



Рисунок 4.4 – Формат сообщений НАВТЕКС

Опознавательный знак передатчика (B1) – это специальный знак (буква от А до Z), присвоенный береговому передатчику, обслуживающему район. Он используется для опознавания передач, которые подлежат приему. Передатчик обеспечивает дальность приема передач судовыми приемниками НАВТЕКС до 250–400 миль. Чтобы избежать ошибочного приема передач двух береговых станций, имеющих один и тот же знак B1, в системе предусмотрено значительное географическое удаление таких станций друг от друга.

Для уменьшения помех между передающими станциями расписания передач учитывают относительное географическое положение всех береговых станций НАВТЕКС в районе. Передачи разносятся по времени в соответствии с матрицей передач.

Информация, передаваемая в системе НАВТЕКС, группируется по видам. Каждый вид имеет специально отведенный знак В2, указывающий на тип сообщения, подлежащего передаче. Знак В2 используется также для исключения из печати тех типов сообщений, которые судну не требуются. Знаки В2, используемые в настоящее время в системе:

- А – Навигационные предупреждения,
- В – Метеорологические предупреждения,
- С – Ледовые сводки,
- Д – Информация по поиску и спасанию,
- Е – Метеорологические прогнозы,
- F – Сообщения лоцманской службы,
- G – Сообщения системы ДЕККА,
- I – Сообщения системы ОМЕГА,
- J – Сообщения спутниковой навигационной системы,
- К – Сообщения других радионавигационных служб,
- L – Навигационные предупреждения (дополнительно к букве А),
- V, W, X, Y – Специальные службы (пробное распределение),
- Z – Отсутствие сообщений.

Сообщения со знаками А, В, D и L не могут быть исключены из печати.

Каждому сообщению НАВТЕКС в группе информации одного вида присваивается порядковый номер от 01 до 99. Этот номер не обязательно относится к порядковой нумерации в других системах радионавигационных предупреждений. По достижении номера 99 нумерация возобновляется с 01, но порядковые номера еще действующих сообщений не используются. Номер 00 используется только для жизненно важных сообщений, таких как первоначальное сообщение о бедствии. Сообщения с этим номером будут всегда распечатываться, если передача, содержащая такие сообщения, идентифицирована приемником как подлежащая приему.

Прием навигационных предупреждений или прогнозов погоды в системе НАВТЕКС может не регистрироваться в журнале радиостанции. Распечатка приемником НАВТЕКС может заменить записи в журнале, требуемые главой IV Конвенции СОЛАС. Регламент радиосвязи, Ст. N38, п. N2970 и Ст. 42, п. п. 3339–3341.

4.8 Глобальная навигационная спутниковая система

4.8.1 Краткая история создания и развития глобальных навигационных спутниковых систем

Идея создания глобальной навигационной спутниковой системы возникла еще в 1957 году во время запуска первого искусственного спутника Земли. При известной орбите спутника и модели его движения имелась возможность использовать принимаемый со спутника сигнал для определения координат объекта на Земле по измерениям Доплеровского смещения частоты.

Так появились системы «Транзит» (США) и Советская «Цикада», которые работали именно по этому принципу. Однако низкоорбитные спутниковые навигационные системы первого поколения «Транзит» и «Цикада» имели существенные недостатки:

- относительно невысокую точность определения координат места подвижных объектов;
- большие промежутки времени между наблюдениями.

С целью преодоления этих недостатков сначала в США, а потом и в России было принято решение начать работы над созданием СНС второго поколения. Проект спутниковой сети в США для определения координат в режиме реального времени в любой точке земного шара был назван NAVSTAR тогда как аббревиатура GPS появилась позднее, когда система стала использоваться не только в оборонных, но и в гражданских целях.

В России среднеорбитная СНС получила название ГЛОНАСС.

Основное назначение GPS и ГЛОНАСС – высокоточная навигация подвижных объектов в космосе, в воздухе, на воде и земле. Кроме того, уникальная возможность определять свое местоположение практически непрерывно открыло судоводителям способность применять новые методы судовождения: обсервационное счисление, контроль отклонения судна от заданной траектории движения, автоматизировать процесс судовождения.

Решение о создании ГЛОНАСС принималось в условиях заметного отставания России от проводимых в США разработок системы NAVSTAR (GPS). Ряд технических характеристик отечественного решения отличался от принятых в системе GPS. Так, в ГЛОНАСС выбранные параметры штатной орбитальной группировки (ОГ) обеспечивают, по сравнению с GPS, большую устойчивость движения навигационных спутников, что практически исключает необходимость проведения корректирующих маневров. Принятое в GPS кодовое разделение сигналов, в отличие от частотного разделения в системе ГЛОНАСС, упрощает создание массовой потребительской аппаратуры и позволяет неограниченно наращивать количество спутников на орбите. Но частотное разделение обеспечивает лучшую помехозащищенность. Так что можно констатировать, что уровень проектных решений систем ГЛОНАСС и GPS практически одинаков.

Еще в начале 90-х годов стало ясно, что ГНСС найдут самое широкое гражданское применение. Правительство РФ сделало в 1995 году заявление о предоставлении системы ГЛОНАСС для открытого гражданского использования; были взяты обязательства по предоставлению гражданских сигналов ГЛОНАСС всем потребителям на безвозмездной основе. Однако потом, из-за плачевного состояния экономики в 90-е годы, поддержание системы ГЛОНАСС практически не проводилось. Орбитальная группировка неуклонно сокращалась за счет выработки естественного ресурса спутников и достигла минимума к 2001 году, когда в ее составе остались только шесть работоспособных космических аппаратов. Одновременно деградировал наземный комплекс управления.

В конце 90-х годов под вопросом стояло само дальнейшее существование ГЛОНАСС. Примерно в то же время Европа, понимая стратегическое значение глобальной навигации, приняла решение о создании собственной ГНСС – Galileo. В 2001 году Постановлением Правительства Российской Федерации была принята разработанная под руководством Российского авиационно-космического агентства (в настоящее время – Роскосмос) долгосрочная федеральная целевая программа «Глобальная навигационная система» на 2002–2011 годы, целью которой является восстановление системы ГЛОНАСС и ее широкое использование, в том числе в гражданской сфере. В редакции 2006 года эта программа послужила основополагающим документом строительства нынешней системы ГЛОНАСС.

На данный момент существует четыре системы, функционирующие или находящиеся в стадии развертывания. Это:

- Глобальная Система Позиционирования – GPS под управлением правительства США;
- Глобальная Навигационная Спутниковая Система ГЛОНАСС под управлением правительства России;
- Спутниковая Система Позиционирования Galileo под управлением Европейского Союза;
- Спутниковая Система Позиционирования Compass под управлением правительства Китая.

Каждая система передает различные сигналы для целей как гражданского, так и военного позиционирования. Некоторые вспомогательные местные системы позиционирования (SBAS) скоро появятся, либо уже появились на мировом рынке. Для GPS – это WAAS (США), EGNOS для Европы и MTSAT для Японии.

4.8.2 Структура глобальных навигационных спутниковых систем

Качественный облик – (структура, способы функционирования и эксплуатационные характеристики) ГНСС во многом обусловлены требованиями потребителей к точности навигационного обеспечения и методам навигационных измерений.

В составе GPS и ГЛОНАСС функционируют три основные подсистемы:

- навигационные космические аппараты – космический сегмент;
- контроль и управление – наземный командно-измерительный комплекс или сегмент управления;
- навигационная аппаратура потребителей – судовые приемоиндикаторы.

Подсистема навигационных космических аппаратов. Основная функция подсистемы состоит в формировании и излучении радиосигналов, которые необходимы для навигационных определений подвижных объектов, контроля бортовых систем спутника подсистемой контроля и управления. Для этого в состав бортовой аппаратуры НКА включают:

- радиотехническое оборудование – передатчики навигационных сигналов и телеметрической информации, приемники данных и команд КИК, антенны, блоки ориентации;

- ЭВМ;
- бортовой эталон времени и частоты;
- солнечные батареи.

Бортовые эталоны времени и частоты обеспечивают синхронное излучение навигационных сигналов всеми спутниками орбитальной группировки, что необходимо для реализации дальномерных измерений в ПИ.

Навигационные сигналы НКА содержат дальномерные компоненты и компоненты служебных сообщений. Дальномерные компоненты используют для определения в ПИ навигационных параметров. Компоненты служебных сообщений предназначены для передачи на подвижные объекты координат спутников, векторов их скоростей, времени.

Выбор состава и конфигурации орбитальной группировки НКА влияют на площадь рабочей зоны, возможность реализации различных методов навигационных определений, их непрерывность и точность.

Подсистема контроля и управления – представляет собой комплекс наземных средств – КИК, которые обеспечивают наблюдение и контроль за траекториями движения НКА, качеством функционирования их аппаратуры, управление режимами их работы и параметрами спутниковых радиосигналов, а также составом, объемом и дискретностью передаваемой со спутников навигационной информации, стабильностью бортовой шкалы времени.

КИК состоит из координационно-вычислительного центра, станций траекторных измерений и управления, системного (наземного) эталона времени и частоты.

При полете НКА в зоне радиовидимости СТИ происходит наблюдение за ним. Это позволяет с помощью КВЦ определять и прогнозировать координатную и другую необходимую информацию. Затем эти данные закладываются в бортовую ЭВМ и передают на подвижные объекты в служебном сообщении.

Подсистема навигационной аппаратуры потребителей – включает в себя:

- антенну, способную принимать сигналы ГЛОНАСС/GPS;
- приемоиндикатор, состоящий из приемника ГЛОНАСС/GPS и процессора, приемника корректирующей информации, устройства ввода-вывода информации, сетевого адаптера.

Приемоиндикатор ГНСС предназначен для решения следующих задач:

- одновременной обработки сигналов спутников ГЛОНАСС/GPS, находящихся в зоне радиовидимости;
- автоматической непрерывной выработки пространственных координат;
- приема и обработки от приемника корректирующей информации кадров корректирующей информации;

- оценки точности определения координат и скорости;
- расчета среднего значения и СКП координат и скорости по серии наблюдений;
- выдачи на индикацию и/или в порт ввода/вывода результатов решения навигационной задачи;
- приема, хранения и обновления альманахов ГЛОНАСС/GPS;
- расчета геометрического фактора ухудшения точности определения двумерных координат рабочего созвездия спутников;
- работы по спутникам ГЛОНАСС/GPS отдельно и по смешанному созвездию;
- автоматического контроля функционирования;
- возможности ввода календарной даты;
- отображения режима работы и индикации работы в дифференциальном режиме.

Кроме того ПИ решает вспомогательные задачи:

- автоматический выбор созвездия спутников для проведения обсервации с учетом их технического состояния;
- выдачу внешним потребителям метки времени с оцифровкой относительно шкалы времени системы ГЛОНАСС;
- определение навигационных параметров в географической или квазигеографической системе координат;
- поиск сигналов НКА и вхождение в связь при отсутствии альманахов системы;
- автоматический контроль функционирования аппаратуры, индикацию неисправностей;
- прием, учет и коррекцию информации при работе в дифференциальном режиме;
- расчет времени прихода в точку с заданными координатами, с заданной скоростью;
- расчет скорости движения в заданную точку по времени прихода;
- расчет пройденного расстояния;
- запоминание текущих координат в качестве маршрутной точки;
- выработку параметров отклонения от маршрута.

В настоящее время в мире насчитывается более 200 фирм, занимающихся разработкой и производством НАП спутниковых навигационных систем. Наибольшую известность получили образцы фирм «Trimble», «Garmin» (США), «Furuno» (Япония), «Sersel» (Франция). Среди российских производителей широкую известность получили системы НАП фирм НАВИС, РИРВ.

4.8.3 Методы определения места судна с помощью навигационных спутников

Основным содержанием навигационной задачи, решаемой с помощью НАП, является определение пространственно-временных координат подвижного объекта (судна), а также составляющих его скорости. В результате решения навигационной задачи должен быть определен вектор состояния судна Π , содержащий информацию о пространственных координатах судна, временной поправке шкалы времени судна относительно системной шкалы времени, составляющих вектора скорости.

Непосредственно измерить элементы вектора состояния не представляется возможным. У принятого с НКА радиосигнала определяют отдельные его параметры (задержку или Допплеровский сдвиг частоты). Поэтому измеряемый в интересах навигации параметр радиосигнала называют радионавигационным, а соответствующий ему геометрический параметр – навигационным. Задержка радиосигнала и его Допплеровское смещение частоты $f_{\text{доп}}$ являются радионавигационными параметрами, а соответствующие им дальность до судна D , радиальная скорость сближения судов V_p – навигационными параметрами.

Геометрическое место точек пространства с одинаковым значением навигационного параметра называется поверхностью положения.

Пересечение двух поверхностей положения определяет линию положения – геометрическое место точек, имеющих два определенных значения двух навигационных параметров.

Местоположение судна определяется координатами трех поверхностей положения или двух линий положения. Иногда (из-за нелинейности) две линии положения могут пересекаться в двух точках. Тогда для нахождения места судна необходимо использовать дополнительную поверхность положения или другую информацию о его месте.

Для решения навигационной задачи используют функциональную зависимость между навигационными параметрами и компонентами вектора Π . Соответствующие функциональные зависимости называются навигационными функциями.

Навигационные функции получают различными методами, основные из которых: дальномерный, псевдодальномерный, разностнодальномерный, радиально-скоростной. Могут быть использованы и другие методы и их комбинации, в том числе и для определения ориентации судна.

Дальномерный метод. Основан на пассивных (беззапросных) измерениях дальности D_i между i -ым НКА и судном. Навигационным параметром является дальность D_i , а поверхностью положения – сфера с радиусом D_i и центром, расположенным в центре масс i -го НКА.

Место судна определяют как координаты точки пересечения трех поверхностей положения (трех сфер), вследствие чего для реализации этого метода необходимо измерить дальности до трех НКА. Так как поверхности сфер

могут не пересекаться в одной точке, то для устранения неоднозначности определения координат судна необходима дополнительная информация – счислимые координаты судна, его радиальная скорость.

Дальномерный метод предполагает, что все измерения дальности должны быть произведены в одно время. Однако координаты НКА привязаны к бортовой шкале времени, а координаты судна определены в своей шкале. В реальных условиях существует расхождение t' этих шкал времени и возникает смещение $D = ct'$ измеренной дальности относительно истинной, поэтому точность определения места судна снижается.

Таким образом, недостатком метода является необходимость высокоточной привязки шкал времени НКА и судна, вследствие чего в настоящее время более широкое применение нашел псевдодальномерный метод определения места.

Псевдодальномерный метод. Под псевдодальностью от i -го НКА до подвижного объекта понимают измеренную дальность $D_{изм_i}$ до этого спутника, отличающуюся от истинной дальности D_i на неизвестную, но постоянную за время определения навигационных параметров величину D .

Для устранения неопределенности необходимо провести дополнительное измерение псевдодальности до четвертого спутника и получить точное решение системы уравнений, т.е. получить место подвижного объекта как точку пересечения четырех поверхностей положения (рис. 4.5).

Необходимость нахождения в зоне радиовидимости четырех НКА предъявляет жесткие требования к структуре орбитальной группировки, которые могут быть выполнены только в среднеорбитных СНС.

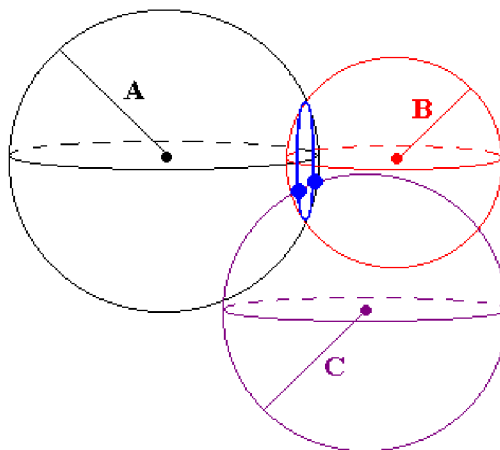


Рисунок 4.5 – Определение места судна по вычисленным расстояниям до спутников

Основой идеи определения координат GPS-приемника является вычисление расстояния от него до нескольких спутников, расположение которых считается известным (эти данные содержатся в принятом со спутника альманахе).

Расчет расстояния до спутника реализуется в судовом приемнике спутниковой системы по формуле:

$$S = c \Delta t, \quad (4.1)$$

где c – скорость распространения радиосигнала м/с; Δt – промежуток времени прохождения радиосигнала от спутника к приемнику, с.

Скорость распространения радиосигнала задается постоянной, а промежуток времени Δt фиксируется приемником. Таким образом, задача состоит в том, чтобы измерить Δt .

Если известно расстояние A до одного спутника, то координаты приемника определить нельзя (он может находиться в любой точке сферы радиусом A , описанной вокруг спутника). Пусть известна удаленность B приемника от второго спутника. В этом случае определение координат также не представляется возможным – объект находится где-то на окружности (она показана в виде эллипса синим цветом на рис. 4.5), которая является пересечением двух сфер. Расстояние C до третьего спутника сокращает неопределенность в координатах до двух точек (обозначены двумя жирными синими точками на рис. 4.5). Этого уже достаточно для однозначного определения координат. Дело в том, что из двух возможных точек расположения приемника лишь одна находится на поверхности Земли (или в непосредственной близости от нее), а вторая, ложная, оказывается либо глубоко внутри Земли, либо очень высоко над ее поверхностью. Таким образом, теоретически для трехмерной навигации достаточно знать расстояния от приемника до трех спутников.

Приведенные выше рассуждения были сделаны для случая, когда расстояния от точки наблюдения до спутников известны с абсолютной точностью. Однако, некоторая погрешность всегда имеет место (хотя бы по указанной в предыдущем разделе неточной синхронизации часов приемника и спутника, зависимости скорости света от состояния атмосферы). Поэтому для определения трехмерных координат приемника привлекаются не три, а минимум четыре спутника.

Получив сигнал от четырех (или больше) спутников, приемник ищет точку пересечения соответствующих сфер. Если такой точки нет, процессор приемника начинает методом последовательных приближений корректировать свои часы до тех пор, пока не добьется пересечения всех сфер в одной точке.

Следует отметить, что точность определения координат связана не только с прецизионным расчетом расстояния от приемника до спутников, но и с величиной погрешности задания местоположения самих спутников. Для контроля орбит и координат спутников существуют четыре наземных станции слежения, системы связи и центр управления, подконтрольные Министерству Обороны США. Станции слежения постоянно ведут наблюдения за всеми спутниками системы и передают данные об их орбитах в центр управления, где вычисляются уточнённые элементы траекторий и поправки спутниковых часов. Указанные параметры вносятся в альманахи и передаются на спутники, а те, в свою очередь, отсылают эту информацию всем работающим приемникам.

Достоинством данного метода является то, что он не накладывает жестких ограничений на значение погрешности $D = ct'$ (погрешности временной шкалы) и позволяет дополнительно вычислять отклонение шкалы времени подвижного объекта.

Разностно-дальномерный метод. Основан на измерении дальностей от подвижного объекта до одного или нескольких НКА. Метод аналогичен псевдодальномерному, так как его целесообразно использовать только при наличии в дальномерных измерениях неизвестных сдвигов D . В данном методе используются три разности $\Delta D_{ij} = D_i - D_j$ до четырех НКА, так как при постоянстве D за время навигационных определений разности псевдодальностей равны разностям истинных дальностей, для определения которых требуется только три независимых уравнения.

Точность определения места подвижного объекта совпадает с точностью определения этих координат псевдодальномерным способом.

Недостаток разностно-дальномерного метода заключается в том, что в нем не может быть измерено смещение D , т.е. смещение шкалы времени подвижного объекта.

Радиально-скоростной (Допплеровский) метод. Базируется на измерении трех радиальных скоростей подвижного объекта относительно трех НКА. В основу метода положена зависимость радиальной скорости точки относительно НКА от координат и относительной скорости спутника.

Недостатком рассматриваемого метода является невозможность проведения измерений в реальном времени.

4.8.4 Среднеорбитные навигационные спутниковые системы GPS и ГЛОНАСС

Навигационная спутниковая система GPS. Принцип работы системы основан на использовании псевдодальномерного метода. В околоземном пространстве развернута сеть НКА, равномерно «покрывающих» всю земную поверхность. Орбиты НКА вычисляются с очень высокой точностью, поэтому в любой момент времени известны координаты (эфемериды) каждого спутника. Радиопередатчики спутников излучают сигналы в направлении Земли. Они принимаются НАП, находящейся на подвижном объекте, координаты которого нужно определить.

В НАП измеряется время распространения сигнала от НКА и вычисляется дальность «спутник–приемник». Поскольку для определения местоположения объекта нужно знать три координаты (плоские координаты X , Y и высоту H), то в НАП должны быть измерены расстояния до трех различных НКА. При таком методе радионавигации (он называется беззапросным) точное определение времени распространения сигнала возможно лишь при наличии синхронизации временных шкал спутника и приемника. Поэтому в состав

аппаратуры НКА и НАП входят эталонные часы (стандарты частоты) исключительно высокой точности (долговременная относительная стабильность частоты обеспечивается на уровне 10^{-13} – 10^{-15} за сутки). Бортовые стандарты частоты всех НКА синхронизированы и привязаны к так называемому «системному времени». Эталон времени НАП менее точен, чтобы чрезмерно не повышать его стоимость. Этот эталон должен обеспечивать только кратковременную стабильность частоты в течение процедуры измерений.

Для выполнения необходимых навигационных измерений надо обеспечить постоянную видимость, как минимум, четырех НКА. Избыточные измерения (сверх четырех) позволяют повысить точность определения координат и обеспечить непрерывность решения навигационной задачи.

Космический сегмент состоит из 26 спутников (21 основной и 5 резервных), которые обращаются на шести орбитах.

Плоскости орбит наклонены на угол около 53° к плоскости экватора и сдвинуты между собой на 60° по долготе. Радиусы орбит – до 20 150 км, а период обращения – половина звездных суток (примерно 11 час 58 мин). На борту каждого спутника имеется четыре стандарта частоты (два цезиевых и два рубидиевых – для целей резервирования), солнечные батареи, двигатели коррективы орбит, приемо-передающая аппаратура, компьютер.

Передающая аппаратура спутника излучает синусоидальные сигналы на двух несущих частотах: $L1 = 1575,42$ МГц и $L2 = 1227,6$ МГц. Кроме того, обе несущие частоты дополнительно кодируются навигационным сообщением, в котором содержатся данные об орбитах НКА, информация о параметрах атмосферы, поправки системного времени. Кодирование излучаемого спутником сигнала преследует следующие цели:

- обеспечение возможности синхронизации сигналов НКА и НАП;
- создание наилучших условий различения сигнала в НАП на фоне шумов (доказано, что псевдослучайные коды обладают такими свойствами);
- реализацию режима ограниченного доступа к GPS, когда высокоточные измерения возможны лишь при санкционированном использовании системы.

Сегмент контроля и управления содержит главную станцию управления (авиабаза Фалькон в штате Колорадо, США), пять станций слежения, расположенных на американских военных базах на Гавайских островах, островах Вознесения, Сан-Диего, Кваджилайн и Колорадо-Спрингс и три станции закладки, расположенных на островах Вознесения, Диего Гарсия и Кваджилайн. Кроме того, имеется сеть государственных и частных станций слежения за НКА, которые выполняют наблюдения для уточнения параметров атмосферы и траектории движения спутников. Собираемая информация обрабатывается в суперкомпьютерах и передается на спутники для корректировки орбит и обновления навигационного сообщения.

Навигационная аппаратура потребителей работает следующим образом. В НАП (GPS-приемнике) принимаемый сигнал декодируется, т.е. из него выделяются кодовые последовательности C/A либо C/A и P, а также служебная

информация. Полученный код сравнивается с аналогичным кодом, который генерирует сам GPS-приемник, что позволяет определить задержку распространения сигнала от спутника и таким образом вычислить псевдодальность. После захвата сигнала спутника аппаратура приемника переводится в режим слежения, т.е. поддерживается синхронизм между принимаемым и опорным сигналами. Производится сравнение соответствующего кода с эталонным кодом, который генерирует сам приемник. Точность определения координат при этом составляет:

- для одночастотного (L1) приемника – 100 м;
- для двухчастотного (L1, L2) приемника – 16 м.

Значения точности приведены для неблагоприятного режима измерений, когда включен режим «ограниченного доступа» SA.

Фазовые наблюдения выполняются для повышения точности измерений. В этом случае при сравнении принятого со спутника сигнала и его эталона, генерируемого в приемнике, учитывается не только код, но и фаза несущей частоты (L1 или L2). Поскольку период несущей частоты в сотни (для P-кода) и тысячи (для C/A-кода) раз меньше периодов кодовых последовательностей, точность процедуры сравнения значительно повышается, а следовательно, возрастает точность измерения координат.

Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС. Система имеет назначение, аналогичное системе GPS.

Подсистема космических аппаратов системы ГЛОНАСС состоит из 24 спутников, находящихся на круговых орбитах высотой 19 100 км, наклонением $64,8^\circ$ периодом обращения 11 час. 15 мин. в трех орбитальных плоскостях.

Орбитальные плоскости разнесены по долготе на 120° . В каждой орбитальной плоскости размещается по восемь спутников с равномерным сдвигом по аргументу широты 45° . Кроме этого, сами плоскости сдвинуты относительно друг друга по аргументу широты на 15° . Такая конфигурация НКА позволяет обеспечить непрерывное и глобальное покрытие земной поверхности и околоземного пространства навигационным полем.

Подсистема контроля и управления состоит из Центра управления системой ГЛОНАСС (г. Краснознаменск, Московская область, РФ) и сети станций измерений, управления и контроля, рассредоточенной по всей территории России. В задачи подсистемы входит контроль правильности функционирования НКА, непрерывное уточнение параметров орбит и выдача на спутники временных программ, команд управления и навигационной информации.

Навигационная аппаратура потребителей состоит из навигационных приемников и устройства обработки, предназначенных для приема навигационных сигналов спутников ГЛОНАСС и вычисления собственных координат, скорости и времени.

НАП системы ГЛОНАСС выполняют беззапросные измерения псевдодальностей и радиальной псевдоскорости до четырех (трех) спутников

ГЛОНАСС, а также прием и обработка навигационных сообщений, содержащихся в составе спутниковых навигационных радиосигналов. В навигационном сообщении описывается положение спутника в пространстве и времени. В результате обработки полученных измерений и принятых навигационных сообщений определяются три (две) координаты потребителя, три (две) составляющие вектора скорости его движения, а также осуществляется «привязка» шкалы времени потребителя к шкале Госэталона Всемирного координированного времени UTC.

Данные, обеспечивающие планирование сеансов навигационных определений, выбор рабочего «созвездия» НКА и обнаружение передаваемых ими радиосигналов, передаются в составе навигационного сообщения.

Каждый НКА передает навигационные радиосигналы в двух частотных поддиапазонах (L1 ~ 1,6 ГГц и L2 ~ 1,2 ГГц).

Каждый НКА передает навигационные радиосигналы на собственных частотах поддиапазонов L1 и L2. НКА, находящихся в противоположных точках орбитальной плоскости (антиподные НКА), могут передавать навигационные радиосигналы на одинаковых частотах.

В радиолиниях частотных поддиапазонов L1 и L2 НКА передают навигационные сигналы двух типов: стандартной точности и высокой точности. Сигнал стандартной точности с тактовой частотой 0,511 МГц предназначен для использования отечественными и зарубежными гражданскими потребителями. Сигнал высокой точности с тактовой частотой 5,11 МГц модулирован специальным кодом и не рекомендуется к использованию без согласования с Министерством обороны РФ.

Сигналы диапазона L2 модулируются специальными кодами, не предназначенными для международных пользователей системы ГЛОНАСС. Однако сигналы этого диапазона частот могут использоваться для устранения ионосферной задержки при бескодовом методе приема.

Системы GPS и ГЛОНАСС хотя и выглядят похожими, но в то же время имеют ряд существенных отличий. К ним относятся:

- баллистическое построение космического сегмента;
- принцип разделения сигналов;
- форма представления эфемерид;
- структура информационного кадра;
- разные системы координат;
- различные шкалы времени;
- режим селективного доступа системы GPS.

Различия систем GPS и ГЛОНАСС, хотя и создают проблемы при разработке НАП, но они принципиально преодолимы.

Совместное использование систем GPS и ГЛОНАСС позволяет повысить доступность и целостность ГНСС, а также точность определения координат места.

4.8.5 Дифференциальные подсистемы ГНСС

Необходимость удовлетворения повышенных требований к точности местоопределения судов потребовала в ряде случаев разработки принципиально новых систем радионавигации. Это касается в первую очередь:

- обеспечения навигационной безопасности плавания по внутренним водным путям, в узкостях, на акватории портов и на подходах к ним;
- управления движением судов;
- установки плавучих средств навигационного оборудования;
- обеспечения проведения специальных работ в исключительной экономической зоне.

Сначала за рубежом, а потом и в РФ была создана дифференциальная подсистема среднеорбитных спутниковых навигационных систем.

Суть дифференциального метода состоит в выполнении измерений двумя приемниками, один из которых устанавливается в определяемой точке, а другой – в точке с известными координатами – базовой (контрольной) станции.

Поскольку расстояние от НКА до приемников значительно больше расстояния между самими приемниками, то считают, что условия приема сигналов обоими приемниками практически одинаковы. Следовательно, и величины ошибок также будут близки. В дифференциальном режиме измеряют не абсолютные координаты первого приемника, а его положение относительно базового (вектор базы). Таким образом, дифференциальный режим предполагает наличие как минимум двух приемоиндикаторов в двух точках 1 и 2 пространства: ПИ1 на контрольно-корректирующей станции и ПИ2 на судне. Причем ПИ1 геодезически точно привязан к принятой системе координат (ПЗ-90 или WGS-84). Разность между измеренными ПИ1 и рассчитанными в нем значениями псевдодальностей «видимых» НКА, а также разности соответствующих псевдоскоростей по линии передачи данных передаются ПИ2, в котором они вычитаются из измеренных ПИ2 псевдодальностей и псевдоскоростей. Если погрешности определения псевдодальностей слабо изменяются во времени и пространстве, то они существенно компенсируются переданными по ЛПД поправками. При этом дифференциальные поправки могут быть использованы только в пределах дальности действия ККС и в течение определенного времени. С увеличением интервала времени от определения и дальности между ККС и определяющим судном достижимая точность дифференциального режима снижается. Установлено, что погрешность определения места возрастает примерно на 1 м с увеличением расстояния от ККС примерно на 150 км. Поэтому в определенный момент наступает их предельное состояние, когда применение дифференциального режима не дает преимуществ перед штатным режимом использования среднеорбитных СНС. Это стало особенно заметным после того, как 1 мая 2000 г. правительство США отключило режим селективного доступа (Selective Availability), и пользователи системы GPS получили возможность в полной мере реализовать потенциальную точность данной системы, т.е. порядка 5–10 м (с $P = 0,997$).

С учетом изложенного, правомерно говорить о создании вокруг ККС пространственно-временной локальной рабочей области применения ДГНСС. Ее размеры определяются исходя из потребной точности навигационных определений, а не из возможностей дальности действия радиопередатчика корректирующей информации.

Наряду с описанным существуют и другие разновидности дифференциального метода:

- дифференциальный режим с коррекцией координат;
- дифференциальный режим с использованием относительных координат;
- дифференциальный режим с использованием псевдоспутников.

Дифференциальные подсистемы подразделяются на широкозонные, региональные и локальные.

Широкозонные ДПС. В настоящее время известность получили следующие ШДПС: американская WAAS, европейская EGNOS, японская MSAS. Особенностью широкозонных дифференциальных подсистем является то, что станции наземного сегмента могут располагаться друг от друга на значительных расстояниях, при этом их диаметр рабочей зоны составляет до 5000 км. На рисунке 4.6 изображены рабочие зоны перечисленных выше систем.

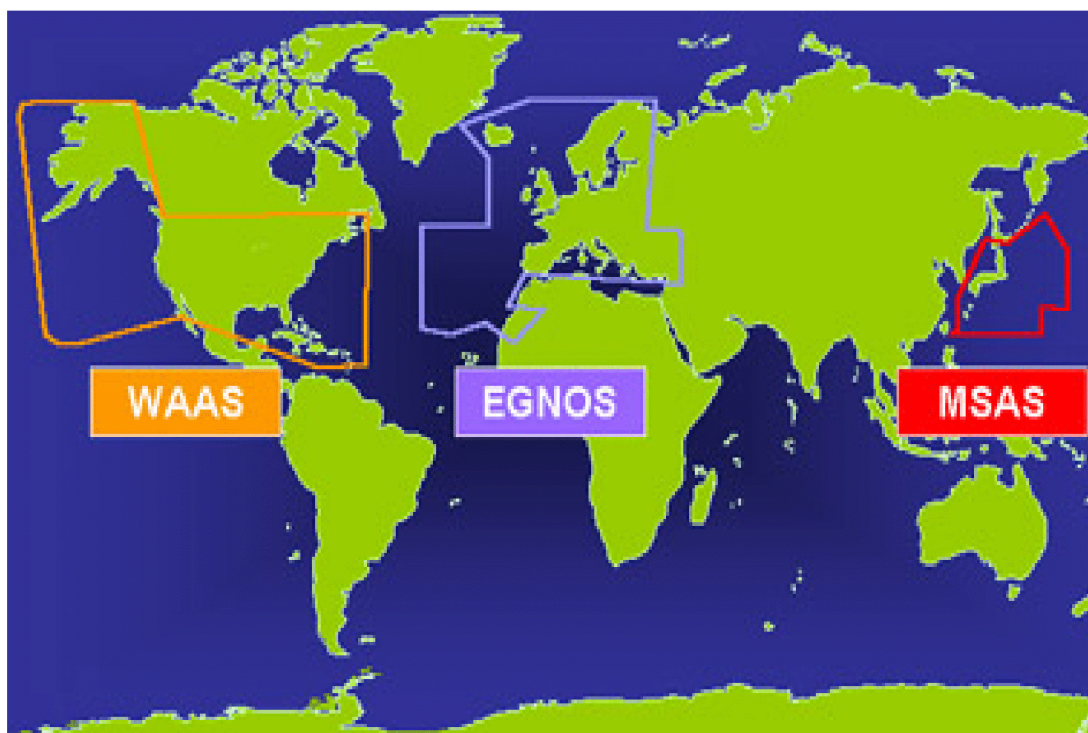


Рисунок 4.6 – Рабочие зоны широкозонных ДПС WAAS, EGNOS и MSAS

Рассмотрим архитектуру широкозонных ДПС на примере EGNOS, вошедшую в работу в 2006 г. и представляющую наибольший интерес для России. Система EGNOS – это совместный проект Европейского космического агентства (ESA), Европейской комиссии (ЕС) и Евроконтроля, Европейской Организации по безопасности аэронавигации. Она предназначена для:

- повышения доступности СНС путем увеличения числа навигационных спутников за счет использования геостационарных КА (ГКА), передающих GPS-подобные сигналы;
- передачи информации о целостности СНС;
- передачи корректирующих поправок.

Архитектура системы EGNOS включает космический сегмент (НКА GPS, ГЛОНАСС и ГКА), наземный сегмент (базовые станции мониторинга системы RIMS, контрольные станции МСС и навигационные станции передачи данных NLES) и потребителей навигационной информации.

Система EGNOS включает три геостационарных спутника, принадлежащих двум компаниям Artemis и Inmarsat, каждая из которых имеет свою независимую сеть наземных станций. Первой компании принадлежит спутник под номером 124, второй – спутники под номерами 120 и 126. На спутниках установлены ретрансляторы навигационных сигналов 6,4/1,5754 ГГц с полосой 2,2 МГц относительно центральной частоты 1575,42 МГц. Спутник Inmarsat-3 AOR находится над восточной частью Атлантического океана, другой, IOR, – над Индийским океаном, а третий, Artemis, – над Африкой

Этот ретранслируемый навигационный сигнал соответствует поддиапазону L1 GPS. Ретранслятор обеспечивает передачу:

- сигнала с дальномерным псевдошумовым C/A-кодом;
- навигационного сообщения;
- сообщения о целостности сигналов НКА GPS, ГЛОНАСС и INMARSAT-3;
- корректирующие поправки (три составляющие эфемеридной ошибки, сдвиг шкалы времени КА относительно системной шкалы и уточненные параметры ионосферной модели).

На земле предполагается развернуть в различных регионах до 34 базовых станций RIMS, четыре контрольные станции МСС и шесть навигационных станций передачи данных NLES.

RIMS определяют местоположение каждого КА и сравнивают точные измерения местоположения каждого НКА GPS и ГЛОНАСС с измерениями, полученными с помощью сигналов от КА. Далее RIMS передают эти данные в МСС через специально построенную сеть коммуникаций.

На станциях МСС формируются дифференциальные поправки EGNOS и происходит вычисление точности сигналов навигационных систем, принятых всеми станциями мониторинга, и погрешностей определения их координат вследствие влияния ионосферы.

Установлено, что основной вклад в общую ошибку определения координат места вносят именно атмосферные ошибки, связанные с задержкой распространения сигнала при прохождении ионосферного и тропосферного слоев.

Разработчики системы EGNOS предложили специальную координатную сетку поправок, для описания модели ионосферных задержек. Поверхность Земли поделена на девять зон, каждая из которых содержит 201 точку (последняя – 200). Для каждой точки, с учетом данных базовых станций, моделируется и вычисляется значение ионосферной задержки.

Любой из геостационарных спутников EGNOS покрывает ограниченную территорию, и, соответственно, он может передавать информацию только для трёх–четырёх зон. Эти ограничения связаны с расположением сети базовых станций, определяющих точность моделирования поправок. Считается, что каждая станция эффективно «покрывает» окружающую территорию радиусом 400–500 км. Время передачи данных с базовых станций на геостационарные спутники составляет несколько секунд. В рабочем режиме обновление данных, связанных с ошибками синхронизации времени и эфемерид, осуществляется с периодом две минуты. Данные об ионосферных задержках обновляются несколько реже, потому что изменяются во времени значительно медленнее. Для вычисления значений ионосферной ошибки в текущем местоположении GPS-приемник использует сведения четырех соседних «узловых» точек. Если текущее местоположение находится в непосредственной близости от «узловой» точки, то дополнительные вычисления могут не понадобиться.

Вторая немаловажная роль системы EGNOS заключается в контроле целостности и работоспособности навигационных спутников. Если по каким-то причинам, НКА стал передавать неправильную информацию, либо ошибки навигационных измерений превышают допустимые значения, то ему должен быть присвоен статус «неисправный», чтобы исключить из алгоритмов вычисления местоположения. Все GPS-приемники используют информации о состоянии спутников из специальных полей альманаха и эфемерид, данные которых корректируются с управляющих наземных GPS-станций раз в несколько часов. Соответственно, наземный сегмент системы GPS не может оперативно отреагировать на проблемы в работе спутников, и довести эту информацию до пользователей. Вспомогательная система EGNOS может передать эти данные в течение нескольких минут.

Все вычисленные поправки передаются на навигационные станции передачи данных, равномерно расположенные на европейской территории.

Эти станции используются для закладки навигационной информации и управления геостационарными спутниками. Затем эти поправки передаются на три ГКА и они становятся доступны пользователям приемников EGNOS на частоте L1 GPS с модуляцией и кодированием по образцу GPS-сигнала.

Несмотря на то, что для номинальной эксплуатации EGNOS достаточно применять одну контрольную станцию и три станции передачи данных было принято заключение о размещении четырёх станций МСС и шести станций передачи данных, чтобы гарантировать постоянную работоспособность системы.

На территории России отсутствуют основные компоненты наземного сегмента этой системы (RIMS, MSK, NLES) и, следовательно, в составе корректирующих сообщений EGNOS нет данных для «узловых» точек, относящихся к территории России.

Исключения составляют западные приграничные территории, которые «захватываются» действием базовых станций, расположенных в Норвегии и Польше. Однако следует отметить, что имеют место случаи достаточно уверенного приема сигналов EGNOS на ВВП европейской части Российской Федерации.

В случае размещения RIMS, в определенных пунктах (например, в Нижнем Новгороде, Саратове и Астрахани, а 2 МСС – на территории европейской части России совместно с NLES) представляется возможным расширить рабочую зону EGNOS и накрыть ею обслуживаемую территорию вплоть до Урала.

Научно-техническое сотрудничество Украины со стратегическими партнерами развивается в сфере Европейской навигационно-спутниковой системы. Космический потенциал Украины соответствует широким и масштабным проектам, которые проводятся европейскими странами, в частности, активно развивается создание современных навигационно-спутниковых систем.

Кабинет Министров на своем заседании принял распоряжение «О подписании Общего заявления о сотрудничестве в отрасли расширения действия спутниковых систем функционального дополнения EGNOS на территорию Украины между Правительством Украины и Европейской Комиссией».

Реализация проекта EGNOS позволит повысить уровень безопасности функционирования транспорта в Украине.

Реализация проекта EGNOS осуществляется на базе подписанного между Украиной и Европейским Союзом Соглашения о сотрудничестве относительно гражданской глобальной навигационной спутниковой системы (ГГНСС).

EGNOS – это европейская геостационарная служба навигационного покрытия предназначена для улучшения работы систем GPS, ГЛОНАСС и Galileo на территории Европы и является аналогом американской системы WAAS.

Система состоит из сети наземных станций, главной станции, которая аккумулирует информацию от спутников GPS, ГЛОНАСС и Galileo, и геостационарных спутников EGNOS, через которые эта информация транслируется на GPS-приемники, поддерживающие прием дифференцированных поправок.

На всей территории Украины приём спутников EGNOS возможен даже простыми бытовыми приемниками.

Система EGNOS пока не имеет наземных станций в Украине. Поэтому сигнал спутников хорошо принимается на Западной Украине, но он практически недоступен на Восточной Украине (Донецкая, Луганская области).

Проработка вопроса распространения EGNOS на территорию Украины предусмотрена также Планом первоочередных мер по интеграции Украины в Европейский Союз.

Украина входит в первую пятерку стран в мире по предоставлению космических пусковых услуг.

Европейский Союз выделил грант размером в 1,45 млн. евро для реализации общего украинско-испанского твиннинг-проекта в сфере освоения космоса, а именно – дистанционного зондирования Земли и расширения системы спутниковой навигации EGNOS/Galileo.

Основные мероприятия национальной космической программы (Украины) на 2013–2017 гг. включают, в частности: создание системы информационного обеспечения и проведения мониторинга чрезвычайных ситуаций с использованием космической информации; запуск трех космических аппаратов (дистанционного зондирования Земли «Сич-2-1», научно-техно-логического «Микросат» и университетского «УМС-1»); создание космического ракетного комплекса «Циклон-4» на пусковом центре Алкантара (Бразилия); содействие созданию национальной спутниковой системы связи «Льбидь»; создание новейшей ракетно-космической техники и технологии ее изготовления; содействие коммерческой эксплуатации ракет носителей «Циклон-4», «Зенит-2SLБ», «Зенит-3SLБ», «Зенит-2SL («Морской старт»), «Днепр» и Национальной спутниковой системы связи «Льбидь»; развитие международного сотрудничества с РФ, странами ЕС, Бразилией, Канадой, Беларусью, США, Казахстаном, расширение сотрудничества с Европейским космическим агентством (ЕКА).

На данный момент украинские космические предприятия (ракетно-космическая отрасль – это более 40 высокотехнологичных предприятий) играют ключевую роль в техническом обеспечении самых значимых космических программ современности. Украинские специалисты участвуют в проектах «Морской старт», где с плавучей платформы запускается «Зенит-2SLБ», разрабатывают ракетные двигатели и пусковые системы европейского ракетного проекта «Вега».

Украина является членом большинства международных организаций в сфере космоса, таких как UNCOPUOS (Комитет ООН по мирному использованию космического пространства), COSPAS (Комитет по вопросам космических исследований), IADS (Координационный межведомственный комитет по вопросам загрязнения в космосе).

Региональные ДПС. Они предназначены для навигационного обеспечения отдельных регионов континента, моря, океана. Диаметр рабочей зоны может составлять от 400–500 км до 2000 км. Региональные подсистемы могут иметь в

своем составе одну или несколько ККС, а также соответствующие средства передачи корректирующей информации и сигналов целостности.

Примером региональных ДПС являются дифференциальные подсистемы Starfix. Эти подсистемы имеют дальность свыше 2000 км. Сеть таких ДПС образована 60-ю наземными ККС и четырьмя НКА Инмарсат и охватывает многие районы всех континентов за исключением части Африки и России, а также акватории прилегающих морей. Заявленная точность определения координат места (с $P = 0,95$) составляет 1–2 м на дальностях до 1000 км и 3 м на расстояниях, превышающих 2000 км.

Локальные ДПС. Они имеют максимальные дальности действия от ККС до 50–200 км. Локальные ДПС чаще всего включают одну ККС, аппаратуру управления и контроля (в том числе, контроля целостности) и средства передачи данных.

В настоящее время определились три основных класса ЛДПС:

- морские ЛДПС для обеспечения мореплавания в проливных зонах, узкостях и акваториях портов (гаваней) в соответствии с требованиями Международной Морской Организации;
- авиационные ЛДПС для обеспечения захода самолетов на посадку и посадки по категориям Международной Организации Гражданской Авиации;
- ЛДПС для геодезических, землемерных и других специальных работ.

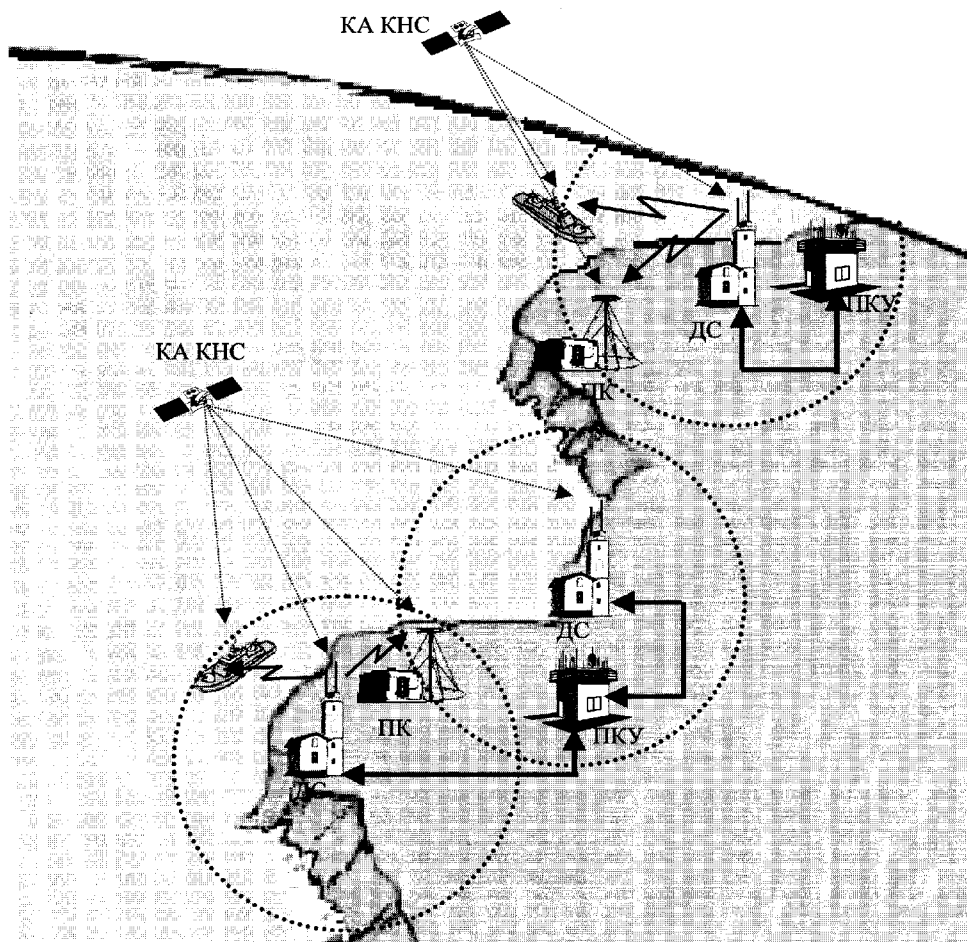
В практике судовождения широкое распространение получили морские ЛДПС, использующие в качестве средств линии передачи данных всенаправленные средневолновые радиомаяки с дальностью действия до 200 км, располагаемые обычно в местах интенсивного движения судов, и спутниковые системы связи (рис. 4.7). Их функционирование поддерживается национальными властями и координируется в международном масштабе. Использование имеющейся материальной базы радиомаячной службы (передатчики, антенные системы, системы энергоснабжения) позволяет снизить стоимость развертывания морской дифференциальной подсистемы.

Поэтому морская радиомаячная служба является предпочтительной основой для создания такой подсистемы.

Главными элементами ЛДПС являются:

- контрольно-корректирующая станция, осуществляющая измерения навигационных параметров, контроль навигационного поля ГНСС, расчет дифференциальных поправок;
- линия передачи данных на базе радиопередатчиков радиомаячной службы;
- судовой приемник дифференциальных поправок;
- судовой приемник ГНСС, сопряженной с приемником дифпоправок.

Такие ККС рассчитывают по данным приемника сигналов ГЛОНАСС и GPS поправки, преобразуют их в стандартные сообщения и подают их на модулятор передатчика-радиомаяка.



-> Навигационный сигнал КА ГНС
- > Линия передачи дифференциальных поправок
- > Линия связи для контроля и управления
- Рабочая зона ДС

Рисунок 4.7 – Общая схема построения морской дифференциальной подсистемы

Дифференциальные подсистемы одновременно с выработкой и передачей дифпоправок решают задачу контроля состояния (целостности) ГНСС и доведения до потребителей её результатов. Задачами контроля качества радионавигационного поля ГНСС являются:

- своевременное обнаружение аномалий в функционировании космических аппаратов;
- оценка реальных возможностей ГНСС и ДПС в локальных зонах;
- выработка рекомендаций по использованию ГНСС и ДПС и доведение их до потребителей.

Погрешность определения координат места судна (с $P = 0,95$) при совместном использовании СНС ГЛОНАСС и GPS составит от 2 до 4,5 м.

4.8.6 Точность определения места судна по средне-орбитной ГНСС

Решение навигационной задачи с помощью НАП заключается в определении пространственно-временных координат путем двухэтапной процедуры обработки навигационной информации. На первом этапе производят измерения навигационных параметров, а на втором этапе полученные параметры подвергаются преобразованиям на основе навигационных алгоритмов с целью расчета пространственно-временных координат [116–119].

На точность определения координат существенное влияние оказывают погрешности, возникающие при выполнении первичных и вторичных измерений. Природа этих погрешностей различна. Рассмотрим основные из них применительно к псевдодальномерному методу:

1) неточность определения времени – при всей точности временных эталонов НКА существует некоторая погрешность шкалы времени аппаратуры спутника, что приводит к возникновению систематической погрешности определения координат около 0,6 м;

2) погрешность вычисления орбит – проявляется вследствие неточностей прогноза и расчета эфемерид спутников, выполняемых в аппаратуре приемника, – погрешности также носят систематический характер и приводят к погрешности измерения координат около 0,6 м;

3) инструментальная погрешность приемника – обусловлена, прежде всего, наличием шумов в электронном тракте приемника, отношение сигнал/шум приемника определяет точность процедуры сравнения принятого от НКА и опорного сигналов, т.е. погрешность вычисления псевдодальности, погрешность в координатах порядка 1,2 м;

4) многолучевость распространения сигнала – появляется в результате вторичных отражений сигнала спутника от крупных препятствий, расположенных в непосредственной близости от приемника, при этом возникает явление интерференции и измеренное расстояние оказывается больше действительного, аналитически данную погрешность оценить достаточно сложно, снижение погрешности возможно за счёт рационального размещения антенны приемника относительно препятствий, в результате воздействия этого фактора погрешность определения псевдодальности может увеличиться на 2,0 м;

5) ионосферные задержки сигнала – ионосфера – это ионизированный атмосферный слой в диапазоне высот 50–500 км, который содержит свободные электроны, наличие электронов вызывает задержку распространения сигнала спутника, которая прямо пропорциональна концентрации электронов и обратно пропорциональна квадрату частоты радиосигнала, для компенсации возникающей при этом погрешности определения псевдодальности используется метод измерений на частотах L1 и L2 (в двухчастотных приемниках), линейные комбинации двухчастотных измерений не содержат ионосферных погрешностей первого порядка, для частичной компенсации этой погрешности может быть

использована модель коррекции, которая аналитически рассчитывается с использованием информации, содержащейся в навигационном сообщении, при этом величина остаточной немоделируемой ионосферной задержки может вызывать погрешность определения псевдодальности около 10 м;

б) тропосферные задержки сигнала – Тропосфера – самый нижний от земной поверхности слой атмосферы (до высоты 8–13 км), она обуславливает задержку распространения радиосигнала от спутника, величина задержки зависит от метеопараметров (давление, температура, влажность), а также от высоты спутника над горизонтом, компенсация тропосферных задержек производится путем расчета математической модели этого слоя атмосферы, необходимые для этого коэффициенты содержатся в навигационном сообщении, тропосферные задержки вызывают погрешности измерения псевдодальностей в 1 м;

7) геометрическое расположение спутников – при вычислении суммарной погрешности необходимо учитывать взаимное положение потребителя и спутников рабочего созвездия, для этого вводится специальный коэффициент GDOP, на который необходимо умножить все перечисленные выше погрешности, чтобы получить их результирующую погрешность, величина коэффициента GDOP зависит от взаимного расположения спутников и приемника, обратно пропорциональна объему фигуры, которая будет образована, если провести единичные векторы от приемника к спутникам, большое значение GDOP свидетельствуют о неудачном расположении НКА и большой величине погрешности, на рисунке 4.8 приведены примеры удачного (а) и неудачного (б) геометрического положения спутников.

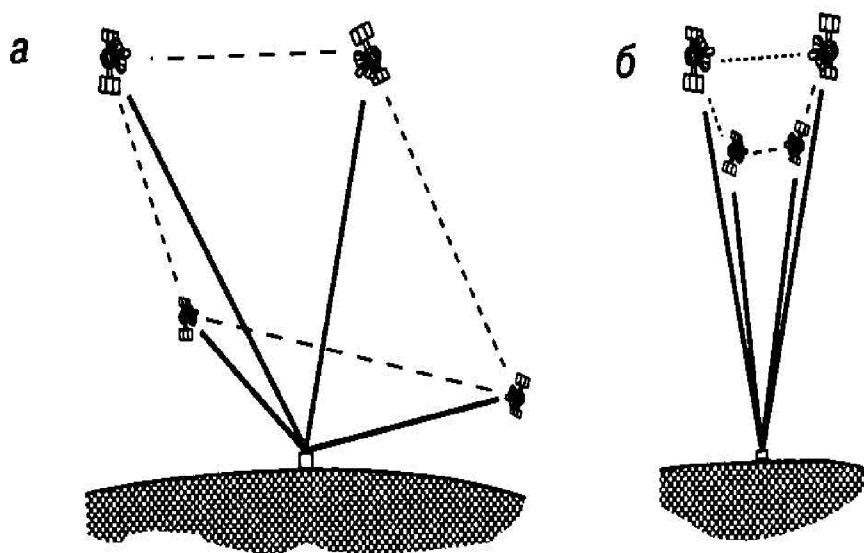


Рисунок 4.8. – Варианты геометрического расположения созвездия НКА, выбранного для обсервации: а – удачное; б – неудачное

Все дальномерные погрешности в зависимости от их происхождения можно разбить на три группы:

- 1) погрешности $\delta D_{НКА_i}$, вносимые на i -ом НКА или КИК;
- 2) погрешности δD_{mp_i} , вносимые на трассе распространения сигнала i -го НКА;
- 3) погрешность $\delta D_{НАП}$, вносимые в НАП.

Первая группа погрешностей обусловлена в основном несовершенством частотно-временного и эфемеридного обеспечения НКА.

Погрешности частотно-временного обеспечения (расхождение шкал времени системы спутников и потребителя и расхождение частот их опорных генераторов) включаются в число неизвестных (оцениваемых) по измерениям и на результат обсервации влияния не оказывают, хотя для их исключения требуется избыточное количество наблюдаемых спутников (четыре для трех-координатной обсервации).

Эфемеридные погрешности вызваны неточностью определения на КИК параметров орбит НКА и непрогнозируемыми смещениями спутника относительно экстраполированной орбиты.

К погрешностям второй группы следует отнести:

- ионосферные ошибки измерений;
- тропосферные ошибки измерений;
- ошибки, вызванные приемом отраженных местными предметами сигналов (многолучевость).

Эти ошибки в основном и определяют суммарную погрешность обсервации. Вклад их в суммарную погрешность оценивается единицами метров (практически по каждой составляющей).

К погрешностям третьей группы, обусловленной аппаратурой потребителя, можно отнести погрешности слежения за моментом прихода сигнала спутника. При этом основной вклад вносят шумовые и динамические погрешности схем слежения за задержкой огибающей и несущей сигналов НКА. Их значения в целом оцениваются величиной в несколько десятков (20–30) сантиметров.

Соотношение между погрешностями определения первичных и вторичных навигационных параметров зависит от геометрии взаимного расположения НКА и подвижного объекта. В качестве количественной меры которого используется коэффициент геометрии – геометрический фактор K_e (GDOP). Количественная характеристика K_e вводится для случая, когда погрешности определения псевдодальностей равновелики и не коррелированы.

Геометрический фактор может быть представлен в виде уравнения:

$$K_e^2 = K_{en}^2 + K_{et}^2, \quad (4.2)$$

где K_{en} – пространственный коэффициент для трехмерных координат (PDOP); K_{et} – временной коэффициент (TDOP).

СКП измерения псевдодальностей может быть приближенно рассчитана по формуле:

$$\delta_{\text{оал}} = \left[(D')^2 + D_{\text{НКА}}^2 + \delta D_{\text{мп}_i}^2 + \delta D_{\text{НАП}}^2 \right]^{0,5} \quad (4.3)$$

Пространственный коэффициент геометрии, в свою очередь, можно разделить на две составляющие, характеризующие точность определения места подвижного объекта в горизонтальной и вертикальной плоскостях:

$$K_{\text{en}}^2 = K_{\text{zз}}^2 + K_{\text{zв}}^2, \quad (4.4)$$

где $K_{\text{zз}}$ – горизонтальный (HDOP) коэффициент для двухмерных координат; $K_{\text{zв}}$ – вертикальный (VDOP) коэффициент для вертикальных координат.

Так как наиболее важной характеристикой является точность определения координат места судна, то в оценке его точности наиболее часто используется коэффициенты K_{en} (PDOP) и $K_{\text{zз}}$ (HDOP).

Установлено, что минимальное значение $K_{\text{en}} = 1,5$ достигается в случае, когда подвижный объект находится в центре правильного тетраэдра. В случае судовождения минимальное значение $K_{\text{zз}} = 1,63$ достигается тогда, когда один НКА находится в зените, а три других равномерно расположены в горизонтальной плоскости ($K_{\text{zt}} = 0,577$; $K_{\text{z}} = 1,732$). Следовательно, для минимизации K_{z} необходимо минимизировать объем тетраэдра.

Конфигурация орбитальной группировки GPS такова, что она с вероятностью 0,999 обеспечивает в глобальном масштабе видимость в любой момент времени четырех и более НКА. При этом четыре НКА обеспечивают $\text{PDOP} \leq 6$, $\text{HDOP} = 1,5$, а $\text{VDOP} = 2,2$.

Значения геометрических факторов, обеспечиваемых орбитальной группировкой ГЛОНАСС и вероятности видимости P_N заданного числа спутников приведены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Геометрические факторы в СНС ГЛОНАСС

Геометрические факторы	Значения факторов при числе видимых НКА					
	4	5	6	7	8	9
P_N	1	1	1	1	0,91	0,58
HDOP, $K_{\text{zз}}$	1,41	1,26	1,15	1,03	0,95	0,89
VDOP, $K_{\text{zв}}$	2,0	1,75	1,7	1,61	1,6	1,55
TDOP, K_{zt}	1,13	1,03	1,03	0,95	0,93	0,91
PDOP, K_{en}	2,45	2,16	2,05	1,91	1,86	1,79
GDOP, K_{z}	2,69	2,39	2,3	2,13	2,08	2,01

Точность определения места судна может быть рассчитана по формуле:

$$M = \sigma_{\text{оал}} K_{\text{z}}. \quad (4.5)$$

Геометрический фактор рассчитывается в приемнике и высвечивается на дисплее НАП. Однако рассчитать погрешность измерения псевдодальностей вручную – весьма сложная задача и в реальных условиях это не делается.

4.8.7 Использование ГНСС для решения навигационных задач

Своей резолюцией А.819(19) от 23 ноября 1995 г. Ассамблея ММО утвердила систему GPS, как часть Всемирной Радионавигационной Системы и рекомендации по эксплуатационным требованиям к судовому приемному оборудованию.

Приемник GPS должен удовлетворять следующим минимальным эксплуатационно-техническим требованиям:

- обеспечивать прием и обработку сигналов в стандартном режиме (SPS);
- обеспечивать информацию о широте и долготе местоположения в координатах Всемирной Геодезической Системы (WGS 84);
- выдавать время наблюдений во Всемирном Координированном Времени (UTC);
- иметь точность определения координат места в статическом режиме работы в пределах 100 м для вероятности 0,95 и геометрического фактора ухудшения точности определения двухмерных координат (PDOP) = 4 (или трехмерных координат (HDOP) = 6);
- иметь точность определения координат места в динамическом режиме работы в пределах 45 м для вероятности 0,95 и HDOP = 4 (или PDOP = 6);
- точность определения координат в статическом и динамическом режимах работы при приеме и обработке сигналов дифференциальных поправок должна быть в пределах 10 м для вероятности 0,95;
- обеспечивать расчет обсервованных координат и выдачу данных на дисплей и в другие радио- и навигационные устройства с дискретностью не более 2 с. Минимальное разрешение отображаемых географических координат (широты, долготы) должно быть до 0,001 мин;
- после включения в режим «работа» должна быть обеспечена возможность получения первого отсчета координат с требуемой точностью в течение:
 - 30 мин при отсутствии в памяти приемоиндикатора соответствующей базы данных;
 - 5 мин при наличии в памяти приемоиндикатора соответствующей базы данных;
- должен выполнять повторный поиск сигналов и расчет обсервованных координат с требуемой точностью:
 - в пределах 5 мин, если без прекращения подачи питающего напряжения прием сигналов прерывался на период до 24 час;
 - в пределах 2 мин, если подача питающего напряжения прерывалась на время до 60 с;
- оборудование должно обеспечивать предупреждение о невозможности определения координат или индикацию в пределах 5 с, если:

– величина геометрического фактора ухудшения точности определения двухмерных координат превысила установленный предел;

– новые координаты рассчитаны за время, превышающее 2 с.

В этих случаях, до восстановления нормальной работы, на дисплее должны отображаться время и координаты последней обсервации с визуальной индикацией причины прекращения обсерваций;

• обеспечивать индикацию дифференциального режима работы в случае:

– приема сигналов дифференциальных поправок;

– использования дифференциальных поправок в отображаемых координатах местоположения судна.

Некоторые сокращения, используемые в ПИ для навигационных и других целей:

CDT – course deviation – Угол между ДП судна и линией пути;

CLR – clear – Очищает экран дисплея; прекращает звуковой сигнал аларма;

CMP – compensation – Установка или уточнение настоящего местоположения, пеленга или времени; расчет расстояния и направления от текущей точки до любой из маршрутных точек или между двумя любыми выбранными точками;

DIST – distance – Дистанция до пункта назначения;

DOP – dilution of precision – Оценка точности;

ENT – enter – Кнопка ввода данных;

HDG – heading – Направление движения судна;

L/L – Latitude/Longitude – Географические координаты места в градусах, минутах и тысячных долях минуты и время обсерваций относительно Всемирного скоординированного времени UTC в системах координат Международной геодезической системы координат WGS-84 и ПЗ-90 Красовского 1942 г. или в системе, параметры которой вводятся оператором;

NAV – Navigation – Автоматически показывает XTE, CDI, SPD и HDG;

SET – Set – Установка световой и звуковой сигнализации о подходе на заданное расстояние к точке с заданными координатами; о выходе за пределы выбранной ширины фарватера; установка высоты антенны над средним уровнем моря;

SPD – Speed – Скорость относительно грунта;

STG – Steering to go – Направление к точке назначения;

TTG – Time to go – Оценка времени рейса до порта назначения;

V/CMG – Velocity and course – Средняя скорость и направление после прохождения предыдущего отрезка пути;

TEST – Test – Показывает правильную работу дисплея и статус спутника;

TIME – Time – Показывает время дня и время прохождения со средней скоростью (V/CMG);

WP – Waypoint – Установка путевых точек маршрута; управление сохранением места в памяти; имеется возможность ввода координат до 500 маршрутных точек; ввода 20 маршрутов или фарватеров (до 50 маршрутных точек в каждом маршруте);

СТЕ – Cross team error – Дистанция и направление отклонения от линии пути;

МОВ – Man overboard position – Запоминание координат места. Используется при падении человека за борт;

+/M – Plus or memo – Установка знака плюс; сохранение местоположения в памяти;

-/R – Minus or recall – Установка знака минус; извлечение местоположения из памяти.

4.9 Процедуры связи для обеспечения морской безопасности (охраны) судов

Морские пространства издавна представляют для человечества жизненно важный интерес. Большая часть мирового товарооборота приходится на долю морских транспортных перевозок. Мировой океан является одним из основных источников биологических, минеральных и энергетических ресурсов большинства стран мира. Но наряду с мирным использованием морских пространств в их пределах совершаются и многочисленные преступления – разбой, пиратство, терроризм, которые напрямую затрагивают безопасность морского судоходства, угрожают жизни и здоровью многих людей на море [109–115].

На всех судах, эксплуатирующихся в опасных районах, в соответствии с Международным Кодексом Охраны Судов и Портовых Средств следует иметь судовой план охраны, относящийся к пиратству и вооруженному ограблению судов. План должен охватывать следующие вопросы:

- необходимость усиленного наблюдения и освещения в ночное время, использования технических средств наблюдения и обнаружения;
- действия экипажа при обнаружении начала атаки или намерения атаковать;
- процедуры подачи радиосигнала тревоги;
- доклады по результатам нападения или попытки нападения.

Капитан должен обеспечить, чтобы все время, пока судно находится в районе или на подходе к району, где происходят нападения, на вахте находилось уполномоченное лицо, ответственное за связь.

До входа в район, где происходят инциденты, и если установки ГМССБ на судне не имеют устройств автоматического ввода координат судна от связанных с ними электронных навигационных средств, настоятельно рекомендуется вводить координаты судна регулярно вручную в соответствующее оборудование связи. Рекомендуется, чтобы судовладельцы начали осуществление программы ИНМАРСАТ-С до направления судов в такие районы (MSC/Circ. 805).

На судне должна нести непрерывная радиовахта по связи с соответствующими береговыми или военно-морскими властями при нахождении в районах, где случаются нападения. Непрерывная вахта должна также поддерживаться на всех частотах бедствия и безопасности, особенно на 16-м канале УКВ и 2182 кГц. Судно также должно отслеживать все передачи информации о безопасности на море на этот район. Поскольку ожидается, что обычно для таких передач будет использоваться расширенный групповой вызов ИНМАРСАТ с использованием Службы сети безопасности, судовладельцы должны обеспечить постоянное наличие на судне при его нахождении или подходе к районам, где существует риск нападений, подходящего приемника РГВ. Чтобы обеспечить прием срочных передач, судовладельцам следует также рассмотреть вопрос об установке отдельного специального приемника для этой цели, т.е. такого, который не встроен в судовую земную станцию, используемую в коммерческих целях.

Международная Морская Организация рекомендует в циркулярном письме MSC/Circ.597, чтобы сообщения относительно нападений пиратов или вооруженных грабителей передавались на соответствующий спасательно-координационный центр района. MSC/Circ.597 также рекомендует правительствам устроить так, чтобы СКЦ имел возможность информировать о нападениях соответствующие силы безопасности.

При обнаружении подозрительных маневров, которые могут привести к немедленному нападению, судно рекомендуется связаться с соответствующим СКЦ. Если капитан уверен, что эти маневры представляют прямую угрозу безопасности, следует рассмотреть вопрос о передаче «Сообщения об опасности» «Всем станциям (СQ)», и в качестве предупреждения – иным судам, находящимся поблизости, также как и соответствующему СКЦ. Сообщение об опасности должно передаваться открытым текстом на рабочей частоте УКВ после объявления на 70-м канале УКВ с использованием приоритета «безопасность». Всем таким мерам должен предшествовать сигнал безопасности (Securite).

Когда, по мнению капитана, существует обоснованное доказательство угрозы безопасности судна, он должен немедленно связаться с соответствующим СКЦ и при необходимости распорядиться о передаче «Всем станциям» «Срочного сообщения» на канале 16 УКВ, 2 182 кГц или в любой другой службе, которую он считает подходящей: к примеру, ИНМАРСАТ. Всем таким сообщениям должен предшествовать соответствующий сигнал срочности (PAN PAN) и (или) использование ЦИВ на 70-м канале УКВ и (или) на частоте 2 187,5 кГц с использованием категории «срочно всем судам». Если был использован сигнал срочности, а в действительности нападения не произошло, судно должно отменить свое сообщение, как только окажется, что нет больше необходимости в действительности. Это сообщение об отмене должно также быть адресовано «всем станциям».

Если происходит нападение и, по мнению капитана, судно или экипаж находится в серьезной и неотвратимой опасности, требующей немедленной помощи, он должен немедленно распорядиться о передаче сообщения о бедствии, предварив его соответствующим сигналом бедствия (MAYDAY, ЦИВ, PAN-PAN.) с использованием всех имеющихся систем радиосвязи. Соответствующий

СКЦ должен подтвердить прием и попытаться установить связь. Для сведения к минимуму задержки при использовании судовой земной станции, суда должны обеспечить использование береговой земной станции, ассоциируемой с СКЦ.

Капитаны должны иметь в виду, что сигнал бедствия предназначен для использования только в случае неотвратимой опасности и его использование в менее срочных целях может вылиться в ослаблении внимания к сигналам судов, которым действительно необходима немедленная помощь. При его использовании следует проявлять осторожный и взвешенный подход, чтобы предотвратить в будущем уменьшение его значимости. Если передача сигнала бедствия не совсем оправдана, следует использовать сигнал срочности. Сигнал срочности имеет приоритет над остальной связью, кроме связи при бедствии.

Следует отметить, что в прибрежных районах для связи с берегом можно дополнительно использовать телефоны сотовой системы связи.

В соответствии с требованиями главы XI-2 МК СОЛАС-74 для оповещения о нарушениях охраны предусматривается судовая система охранного оповещения.

Судовая система охранного оповещения формирует и передает на берег в адрес Администрации оповещение о нарушении охраны. ССОО содержит идентификацию судна, его координаты и указывает, что охрана судна находится под угрозой или что защита была снижена.

Любая Администрация, узнавшая об оповещении, немедленно извещает государство, вблизи которых находится судно.

ССОО должна иметь возможность приведения в действие с ходового мостика и еще, по меньшей мере, из одного другого места судна. Скрытые кнопки запуска устраиваются таким образом, чтобы предотвратить непреднамеренное срабатывание системы.

Решение о запуске ССОО принимает капитан или лицо командного состава, ответственное за охрану судна. Приведенная в действие система передает оповещение до тех пор, пока не будет выключена или возвращена в исходное состояние.

Кодекс ОСПС вводит новое требование к автоматической идентификационной системе судна. Судно, оборудованное АИС, держит ее включенной постоянно, за исключением случаев, когда международными соглашениями, законами или стандартами предусматривается скрытность навигационной информации.

4.10 Система дальней идентификации и слежения за судами

Международная Морская Организация уделяет пристальное внимание вопросам, связанным с противодействием терроризму на море, что нашло свое отражение в принятом Кодексе по охране судов и портовых средств, поправках к

Международной конвенции СОЛАС, в которую включен новый раздел главы XI (XI_2 «Специальные меры по расширению морской охраны»), а также поправки в действующую главу V «Безопасность мореплавания», определившие новые, более сжатые сроки оснащения судов аппаратурой автоматической идентификационной системы.

Одним из стратегических направлений деятельности ММО в настоящее время является предстоящее внедрение системы дальней идентификации и слежения за судами.

СДИ является сложным техническим проектом, и его реализация невозможна без международной кооперации и сотрудничества под эгидой единого международного координатора.

Правовые и технические аспекты СДИ активно и всесторонне рассматриваются в рамках ММО с 2002 г., а в мае 2006 г. на 81-ой сессии Комитета ММО по безопасности на море был принят ряд основополагающих документов, регламентирующих внедрение СДИ:

Резолюция MSC.202(81) – «Одобрение поправок к Международной Конвенции по охране человеческой жизни на море», 1974, с поправками;

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 соответствии с Резолюцией ММО MSC.202(81), с 1 июля 2007 г. считаются окончательно принятыми и с 1 января 2008 г. вступили в силу Поправки к главе V «Безопасность мореплавания» МК СОЛАС. Указанными поправками в главу V вводится новое правило V/19-1-LRIT, которым определены типы судов и сроки их оснащения оборудованием СДИ, а также определены общие принципы функционирования СДИ и взаимодействия вовлеченных сторон (Договаривающееся правительство, заинтересованное Договаривающееся правительство, Администрация, заинтересованная Администрация, капитан судна, поисково – спасательные службы).

Основное назначение СДИ – глобальная идентификация судов и контроль за их местоположением в Мировом океане со стороны Договаривающихся правительств с целью содействия в выполнении ими своих функций и обязательств в качестве Государства Флага, Государства Порта и Прибрежного Государства по обеспечению безопасности судоходства, включая поиск и спасание терпящих бедствие судов и людей, защиту окружающей среды и для оперативного заблаговременного оповещения соответствующих уполномоченных береговых служб в случае возникновения потенциальной террористической угрозы судну и его экипажу.

Основные эксплуатационные требования к СДИ: 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 передачи запроса; СДИ должна быть в рабочем состоянии 95 % времени в течение любого 24-часового интервала, 99 % в течение любого месяца.

Для реализации одной из основных функций системы, а именно – обеспечения контроля за местоположением судов, особенно в прибрежных районах, должна быть обеспечена автоматическая передача судами следующей информации:

- идентификационный номер судна;
- координаты местоположения судна (широта и долгота);
- дата и время определения координат.

Указанная информация СДИ в автоматическом режиме (без участия судового персонала) должна передаваться судовым оборудованием в выбранный Администрацией флага центр сбора данных с интервалом в 6 час (регулярные отчеты) или с меньшими интервалами, определенными запросом пользователя СДИ.

При этом должна быть предусмотрена возможность выключения судового оборудования СДИ или прерывания передач информации СДИ 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 (safety or security). В данном случае капитан судна должен незамедлительно информировать Администрацию флага и сделать в судовом журнале или другом документе регистрации событий, связанных с судовождением, соответствующую запись с указанием причин такого решения и периода времени, в течение которого система или оборудование были выключены.

Понимая важность того, что функционирование СДИ связано с получением сторонами системы конфиденциальной информации, а именно информации о местоположении судов, следует особо отметить, что упомянутыми поправками к МК СОЛАС на Договаривающиеся правительства возложены определенные обязательства, в соответствии с которыми они должны постоянно:

- признавать важность информации дальней идентификации, получаемой от судов;
- признавать и соблюдать коммерческую конфиденциальность любой информации дальней идентификации, которую они могут получить;
- защищать информацию, которую они могут получить из-за несанкционированного доступа или обнаружения;
- использовать информацию, которую они могут получить, таким образом, чтобы это не противоречило международному праву.

Кроме того, определено, что Договаривающиеся правительства могут сообщать в ММО о любых случаях несоблюдения установленных ММО требований по СДИ.

Непосредственно сама система должна обладать высокой степенью защиты от несанкционированного доступа по наземным каналам связи с использованием таких способов защиты, как авторизация, идентификация, конфиденциальность, целостность.

Новым Правилom V/19-1 МК СОЛАС регламентируется, что в СДИ будут вовлечены следующие категории судов, совершающих международные рейсы:

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

При этом определены и сроки оснащения этих судов соответствующим оборудованием, в частности:

- пассажирские суда, включая высокоскоростные, независимо от размера, и грузовые суда, включая высокоскоростные, валовой вместимостью 300 и более, которые будут построены 31 декабря 2008 года или после этой даты – на этапе постройки, т.е. до сдачи их в эксплуатацию;

- пассажирские суда, включая высокоскоростные, независимо от размера и грузовые суда, включая высокоскоростные, валовой вместимостью 300 и более, построенные до 31 декабря 2008 года и предназначенные к плаванию в морских районах ГМССБ А1 и А2 или в морских районах ГМССБ А1, А2 и А3 – не позднее первого освидетельствования радиооборудования после 31 декабря 2008 года.

- пассажирские суда, включая высокоскоростные, независимо от размера и грузовые суда, включая высокоскоростные, валовой вместимостью 300 и более, построенные до 31 декабря 2008 года и предназначенные к плаванию в морских районах ГМССБ А1, А2, А3 и А4 – не позднее первого освидетельствования радиооборудования после 1 июля 2009 года. В том случае, если такие суда совершают рейсы в пределах морских районов ГМССБ А1, А2 и А3, оборудование СДИ должно быть установлено на них не позднее первого освидетельствования радиооборудования после 31 декабря 2008 года.

Суда, оборудованные аппаратурой универсальной автоматической идентификационной системы и предназначенные к плаванию исключительно в пределах морского района А1, освобождаются от оснащения оборудованием СДИ.

Поскольку вышеуказанные сроки оснащения судов оборудованием СДИ определены окончательно, Российским Морским Регистром Судостроения начата работа по информированию подразделений Регистра, судовладельцев, судостроительных предприятий и проектных организаций с целью обеспечить своевременное выполнение новых международных требований, направленных на эффективное противодействие террористическим угрозам.

В настоящее время Российский Морской Регистр Судостроения, базируясь на требованиях, определенных Резолюцией ММО MSC.210(81), разработал эксплуатационно-технические требования к судовому оборудованию СДИ. В то же время, в соответствии с распоряжением Федерального агентства морского и речного транспорта, завершено согласование таких требований к оборудованию СДИ для судов, совершающих плавание под флагом Российской Федерации.

Проведенные и запланированные мероприятия в отношении судового сегмента СДИ позволяют своевременно оснастить суда оборудованием, но для этого потребуются совместные усилия всех вовлеченных в этот процесс сторон – судовладельцев, изготовителей оборудования, сервисных компаний.

Береговой сегмент системы является сложнейшим комплексом технических и программных средств, обеспечивающих получение, сохранность и обработку информации СДИ, поступающей от судов, и предоставление этой информации другим сторонам в полном соответствии с требованиями резолюций ММО. Именно сложностью берегового сегмента СДИ можно объяснить тот факт, что технические и организационные дискуссии о деталях ее реализации продолжаются до настоящего времени.

В то же время уже принятые ММО решения о внедрении СДИ накладывают на Договаривающиеся правительства Конвенции СОЛАС значительные обязательства технического, организационного, финансового характера, которые должны быть проработаны и реализованы Администрациями в предельно сжатые сроки.

В частности, в соответствии с Резолюцией ММО MSC.211(81) в рамках международного центра данных СДИ и системы международного обмена данными СДИ должны начаться проверки, испытания и внедрения системы.

Для того чтобы оценить, насколько большой объем работ по созданию берегового сегмента СДИ должен быть реализован, необходимо кратко остановиться на архитектуре системы, которая определена Резолюцией ММО MSC.210(81).

В состав системы входят следующие основные элементы:

- судовое оборудование, передающее информацию СДИ;
- поставщики (операторы) услуг связи;
- поставщики услуг доступа к приложениям центров сбора данных

СДИ;

- центры сбора данных СДИ (LRIT Data Centre(s)), включая системы мониторинга судов;
- план распределения данных СДИ;
- международная система обмена информацией СДИ (International LRIT Data Exchange), которая фактически является центром коммутации сообщений.

Координация и контроль за функционированием системы будет осуществляться координатором СДИ, назначенным Комитетом ММО по безопасности на море и действующим от имени Договаривающихся правительств. Координатор СДИ будет представлять КБМ регулярные отчеты о функционировании системы.

Пользователями системы дальнейшей идентификации и слежения за судами являются Договаривающиеся правительства, выполняющие свои функции в качестве Государства Флага, Государства Порта и Прибрежного Государства, а также поисково-спасательные службы.

Информация СДИ будет предоставляться по запросам Договаривающихся правительств и поисково-спасательных служб, имеющих право на получение этой информации, через систему национальных, региональных,

объединенных или международных центров данных СДИ. При этом международные центры данных СДИ предполагается создать для Администраций, которые не имеют национальных и не планируют использовать региональные или объединенные центры данных СДИ.

Информация от судовой аппаратуры СДИ будет поступать в центр сбора данных через операторов услуг связи и поставщиков услуг доступа к приложениям центров данных СДИ.

Функции ЦСД, оператора связи и поставщика услуг доступа могут выполняться как несколькими различными, так и одной компанией или организацией. Обмен информацией между центрами сбора данных будет осуществляться через международную систему обмена информацией СДИ (центр коммутации сообщений).

Оператор услуг связи должен предоставить систему связи, обеспечивающую полное покрытие районов, в которых эксплуатируется судно, а также использовать для передачи информации защищенные протоколы. Таким образом, в системе СДИ фактически исключается возможность использования незащищенных широковещательных систем.

Каждая Администрация должна будет выбрать один ЦСД, который будет собирать информацию о местоположении судов с флагом этой Администрации и вести соответствующую базу данных. Судно должно будет передавать информацию СДИ только в тот центр сбора данных, который будет выбран Администрацией Флага судна.

Центры сбора данных будут обеспечивать информацией пользователей системы – Договаривающиеся правительства (в качестве Государства Флага, Государства Порта или Прибрежного Государства) и поисково-спасательные службы.

До передачи информации конечным пользователям поставщики услуг доступа к приложениям центров сбора данных СДИ должны дополнять сообщение, полученное от судна, следующей информацией:

- номер ММО и идентификатор морской подвижной службы судна;
- дата и время получения сообщения поставщиком услуг доступа;
- дата и время передачи сообщения от оператора связи в ЦСД;
- идентификатор ЦСД;
- дата и время получения сообщения ЦСД;
- дата и время передачи сообщения из ЦСД конечному пользователю.

Центры сбора данных должны будут обладать высокой надежностью (резерв 100 %) и выполнять большой объем задач, в частности, сбор информации, обмен информацией с другими ЦСД, предоставление информации конечным пользователям в соответствии с установленными нормативами, поддержание баз данных, ведение архива информации и электронных журналов, обеспечение взаиморасчетов между ЦСД. Все ЦСД будут подключены к Международной Системе Обмена Информацией – центр Коммутации Сообщений) и будут иметь возможность обмениваться информацией между собой в согласованном формате. ЦКС будет архивировать только статистическую информацию.

Договаривающееся правительство будет иметь возможность получать информацию о судах под другими флагами, которую оно имеет право получать, только через ЦСД, выбранный этим Договаривающимся правительством (ассоциированный ЦСД).

Поисково-спасательные службы будут иметь возможность получать информацию о судах только через ассоциированный ЦСД Договаривающегося правительства, под юрисдикцией которого находится данная поисково-спасательная служба.

Уже на этапе разработки структуры СДИ были четко определены и впоследствии закреплены в соответствующих Резолюциях ММО (указаны выше) условия и порядок получения Договаривающимися правительствами информации СДИ. В частности, Договаривающиеся правительства будут иметь возможность получать информацию СДИ для целей обеспечения охраны, а также для других целей, согласованных ММО, в следующем порядке:

Администрация должна иметь возможность получать информацию обо всех судах, совершающих рейсы под ее флагом, независимо от их местонахождения.

Договаривающееся правительство должно иметь возможность получать информацию о судах, которые обозначили свое намерение зайти в порт или место, находящиеся под юрисдикцией данного правительства, независимо от местонахождения этих судов – однако при условии, что эти суда не находятся в пределах вод другого Договаривающегося правительства, расположенных в сторону берега от исходных линий, установленных в соответствии с международным правом.

Договаривающееся правительство должно иметь возможность получать информацию о судах (совершающих рейсы под флагом другого Договаривающегося правительства), не намеревающихся заходить в порт или место, находящееся под юрисдикцией данного Договаривающегося правительства, и проходящих в пределах дистанции, не превышающей 1000 морских миль от его побережья, однако при условии, что эти суда не находятся в пределах вод другого Договаривающегося правительства, расположенных в сторону берега от исходных линий, установленных в соответствии с международным правом; и Договаривающееся правительство не должно получать информацию о судне, находящемся в пределах территориального моря того Договаривающегося правительства, чей флаг несет судно.

Очевидно, что даже столь краткий обзор основных вопросов, связанных с предстоящим внедрением системы дальнейшей идентификации и слежения за судами, дает представление о масштабности и сложности этого проекта. Безусловно, начальный этап внедрения СДИ будет сопряжен с неизбежными в таких случаях трудностями и технического, и организационного характера, своевременное решение которых невозможно без усилий со стороны всего морского сообщества.

5 ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК МОРСКИМ ТРАНСПОРТОМ

5.1 Влияние морских грузоперевозок на безопасность судоходства и экологические проблемы загрязнения морской и окружающей среды

Согласно традиционным исследованиям, судоходство является причиной образования 2,7 % мировых «парниковых» газов, что составляет до 400 млн. тонн диоксида углерода в год. Для сравнения авиация эмитирует 650 млн. тонн CO₂ в год [120].

Новые исследования показали, что в действительности выбросы «парниковых» газов морским и речным транспортом могут быть в три раза выше, чем считалось ранее. Если выводы ученых верны, ежегодные выбросы мировым торговым флотом уже достигли 1,12 млрд. тонн CO₂, или около 4,5 % всех мировых выбросов «парниковых» газов. Независимо от того, правильны ли расчеты в данном исследовании, во многих работах подчеркивается необходимость начать сокращение выбросов отработанных газов в судоходстве для избежания опасных перемен в климате, которые сопровождаются повышением среднегодовой температуры Планеты.

Ожидается, что на судовладельцев увеличится общественное давление по переходу на экологически чистые сорта топлива, а на ЕС – учет негативного влияния судоходства в схеме «торговли» выбросами [120].

В апреле 2011 года в ИМО вернулись к работе над вопросом сокращения «парниковых» выбросов в рабочей группе Комитета по защите Морской Среды (МЕРС) [120]. Комитет рассмотрел предложения от правительств стран, включая налог на бункерное топливо или методы торговли лимитами выбросов, однако ранняя стадия реформ по сокращению выбросов для повышения энергоэффективности судов была исключена из необходимых предложений.

ЕС планирует регулировать выбросы международного морского судоходства, если ИМО не сможет самостоятельно продвинуться в этом вопросе. Еврокомиссия изложила транспортную стратегию до 2050 года, в которой содержатся цели, направленные на более эффективную и долгосрочную работу транспортной системы по всем видам транспорта. Среди прочего, стратегия требует перехода перевозки пассажиров и грузов с автодорожных на железнодорожные и морские пути, а также сокращение выбросов CO₂ морскими видами транспорта в ЕС на 40–50 % в 2050 г. по сравнению с уровнем 2005 г.

Одним из сдерживающих факторов со стороны развивающихся стран было нежелание сотрудничать в вопросе общего сокращения выбросов, которое было бы одинаковым для всех.

ЕС выступает пока единственной движущей силой для новых целей сокращения выбросов «парниковых» газов тогда, как США отвергли упоминание о бункерной надбавке, а Китай, Индия и Саудовская Аравия заявили, что дебаты о рыночных мерах следует приостановить до тех пор, пока не будет заключено новое соглашение по вопросам Планетарного климата.

ЕС заявляет, что будет действовать самостоятельно, если ни ИМО, ни «климатические» переговоры не достигнут своей цели в сокращении количества выбросов с судов.

В перевезенных тонно-километрах судоходство – самый эффективный вид транспорта, однако, если сектор будет расти, как предполагается, на 150–250 %, это может стать проблемой для окружающей среды.

Если другие промышленные сектора продолжают снижать количество выбросов в атмосферу, а судоходство нет, то вклад «парниковых» газов от судов в мировых выбросах будет стабильно расти.

Международная палата судоходства создала веб-сайт, посвященный судоходству и эмиссии диоксида углерода, на котором отражается готовность отрасли сократить мировые выбросы «парниковых» газов. Некоторые судовладельческие компании поддерживают идею использования схемы «торговли» компонентами «парниковых» газов, тогда как другие считают налог на судовое топливо более эффективным способом сглаживания негативных тенденций в изменении климата на Планете.

Наиболее важной автоматизированной системой, с помощью которой решается одна из задач оптимальной проводки судна с учётом погоды, является ЭКНИС. Мощное средство, позволяющее существенно обогатить состав функций системы – это подключение различного рода баз данных. Компанией ЗАО «Транзас Консалтинг» разработана часть глобальной климатической базы данных (скорость и направление результирующего ветра – 450 тысяч векторов, скорость и направление преобладающего ветра – 450 тысяч векторов и средняя высота волны с обеспеченностью 50 % – 450 тысяч записей). Планируется подключение глобальных климатических баз данных по розе ветров, атмосферному давлению, температуре воды и воздуха, повторяемости штормов и обледенения [121].

В разработанной компанией ЗАО «Транзас Консалтинг» навигационной информационной системе есть не только возможность визуализации этих данных на электронной карте, но и использования их для расчета воздействия течений, ветра и волнения на конкретное судно с точки зрения потери скорости и опасных ситуаций. Даже прогноз по температуре воды может быть использован для корректировки прогноза скорости конкретного судна, поскольку известно, что при высоких температурах приходится снижать обороты, что приводит к потере скорости. В будущем у судоводителя будет возможность получения прогноза погоды на срок до 10 суток вперед (предположительно из Американского и/или Европейского центров погоды) для визуализации и расчетов планирования маршрутов.

Компанией ЗАО «Транзас Консалтинг» разработаны база данных по приливоотливным течениям (60 тысяч часовых векторов), глобальная база

данных по поверхностным течениям (480 тысяч месячных векторов), глобальная база данных по уровням воды, которая рассчитывается по 11 гармоникам (более 6 тысяч пунктов), база данных по портам захода (все данные имеющиеся в американском каталоге Port Index – более 8 тысяч портов) [121].

Работа с этими базами данных позволяет не только решить проблемы безопасности мореплавания, но и комплекс экономических проблем. Работа с базой данных приливоотливных течений позволяет, например, при переходе от о. Уэссан до Гамбурга рассчитать ETA или относительную скорость, с которой надо следовать, чтобы прийти в назначенное время с учетом течений. Кроме того, методом перебора может быть рассчитан наиболее эффективный ETA к о. Уэссан, с тем, чтобы иметь на дальнейшем переходе как можно больше попутного течения, что снижает расход топлива и повышает экономические показатели рейса.

Идентифицировать судно и его местонахождение может также быть полезным различным профессиям судоходной отрасли. Это может быть весомым доказательством для таможенных органов, что судно не выходило за пределы определенного региона, что поможет избавить его от ненужной «бумажной» работы и, соответственно, потерь времени.

Для этой цели служит Система распознавания AIS [122]. Система автоматического распознавания была изначально создана как средство идентификации между судами, чтобы одно судно, возможно, в случае курса на столкновение, могло установить контакт, назвав себя, свой курс и скорость. Однако она быстро стала более многофункциональным инструментом, который может быть очень полезен для Системы Управления Движением Судов, при подходе к портам или узким каналам, когда оператор может идентифицировать сигнал на дисплее (рис. 5.1).

Позднее оказалось, что AIS также может быть полезной в идентификации и наблюдении за судами в водах прибрежной зоны, особенно, для судов, которым необходимо повышенное внимание, так как они представляют риск для безопасности судоходства и могут нанести ущерб морской окружающей среде. Вместо того чтобы отвлекать судоводителя на вахте на передачу своего местоположения, это можно сделать автоматически, а судоводитель может сконцентрировать свое внимание на управлении судном и оценке ситуации расхождения с судами.

Практическая возможность идентифицировать проходящие суда может быть полезна для слежения движения судов в прибрежных зонах и для органов морской администрации, которым нужна информация о проходящих судах. И хотя информацию о количестве проходящих судов уже можно получить и с радаров, до введения системы AIS, невозможно было идентифицировать источник различных сигналов радара. Когда появилась возможность распознавания судна, стало возможным определить его навигационные потребности. Если AIS показывает большое количество судов с большой осадкой, сконцентрированных в определенном месте, можно улучшить навигационную поддержку, чтобы обезопасить эти суда.



Рисунок 5.1 – Автоматизированная система распознавания AIS

5.2 План Управления Энергоэффективностью Судна

В соответствии с Резолюцией Комитета по Защите Морской Среды ИМО МЕРС. 213(63) с 01 января 2013 г. вступила в силу новая, четвёртая глава, Приложения VI МАРПОЛ 73/78. 22-е Правило этой главы предписывает в обязательном порядке иметь на борту каждого судна валовой вместимостью более 400 единиц «План управления энергоэффективностью судна» [123].

Рабочая группа NAV-54 Международной Морской Организации приняла решение об обязательном оснащении системой ЭКНИС всех судов валовой вместимостью выше 3000 (пассажирские суда выше 500). График этого перехода приведен в главе VI (рис. 6.12). Новое требование относится к одной системе ЭКНИС с необходимыми средствами дублирования, которые представляют собою либо средства дублирования ЭКНИС одобренного типа, либо официальные бумажные карты с внесённой в них корректурой [136].

Цель ПУЭС – разработка рекомендаций для повышения энергетической эффективности морских грузоперевозок при безусловном выполнении требований по защите экипажа судна и окружающей среды.

Эффективность ПУЭС зависит от использования судном накопленного научного и практического опыта в части экономии топлива, снижения времени погрузочно-разгрузочных работ, уменьшения эмиссии вредных токсичных компонентов с отработанными газами СЭУ [123].

Стадии разработки ПУЭС представлены на рисунке 5.2.

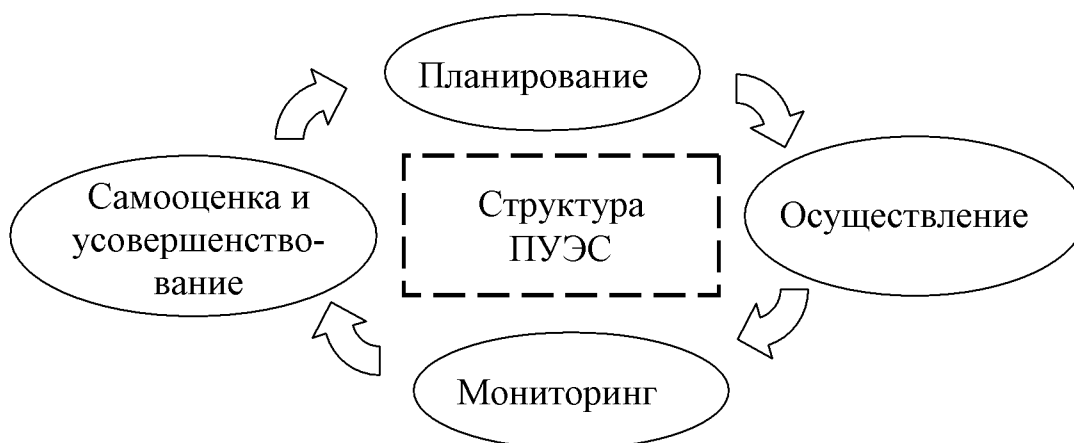


Рисунок 5.2 – Структура, стадии разработки ПУЭС

При разработке ПУЭС необходимо использовать инновационные технические решения в области ресурсосберегающих технологий, направленных на повышение технико-экономических и эксплуатационных показателей рейса. На рисунке 5.3 представлены рекомендации по ресурсосберегающей технологии при эксплуатации судов.

5.3 Рекомендации по повышению энергоэффективности судов

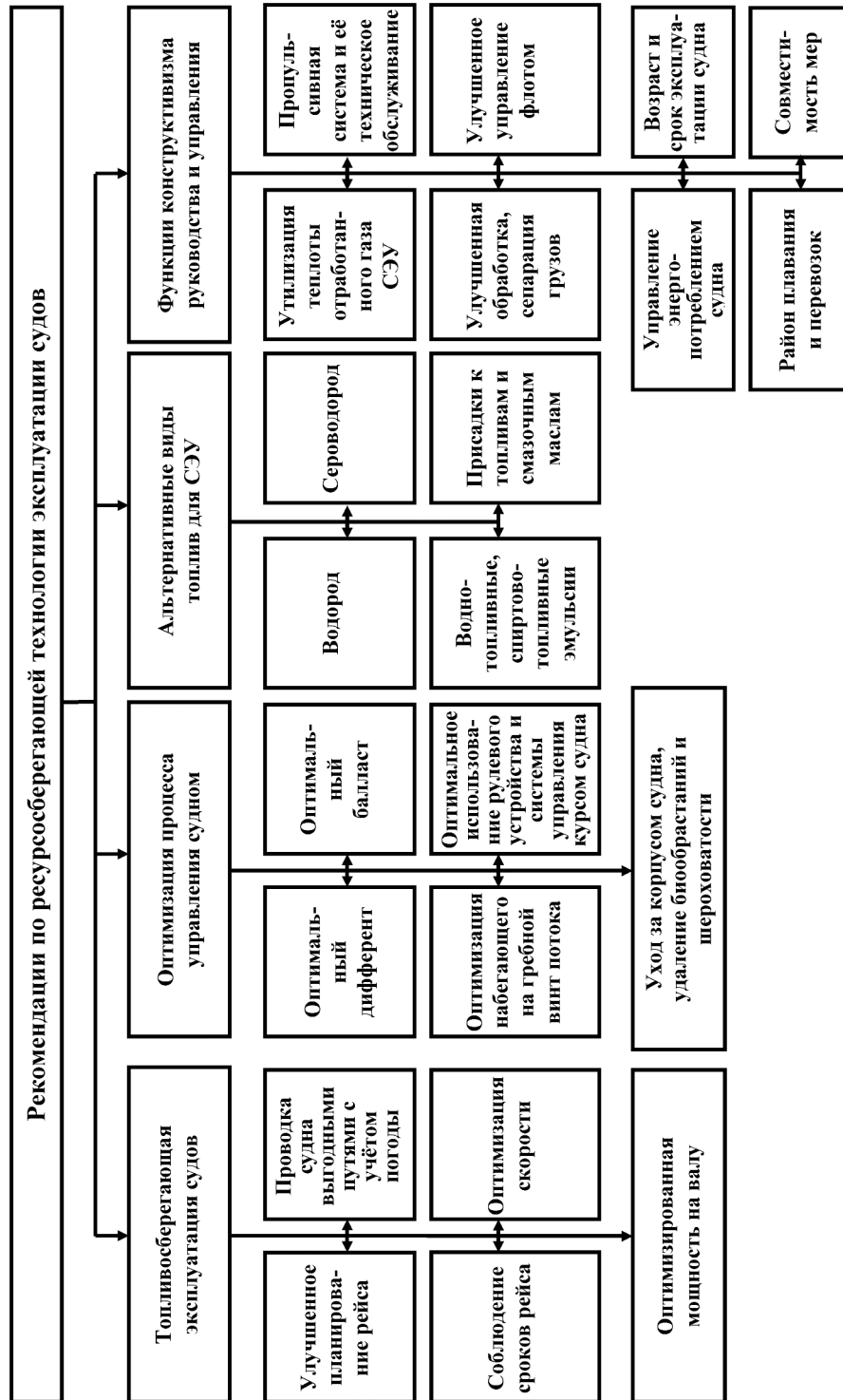


Рисунок 5.3 – Ресурсосберегающие технологии эксплуатации судов

В приведенной схеме указаны мероприятия, которые могут быть достигнуты следующими действиями:

5.3.1 Топливо-сберегающая эксплуатация судов

Улучшенное планирование рейса. Может быть достигнуто разработкой оптимального маршрута с использованием программного обеспечения для решения различных задач, в том числе навигационных, на морском переходе.

Проводка судна наивыгоднейшими путями с учётом погоды. Может принести большую экономию, как времени, так и энергии, или наоборот принести определенные убытки при неправильном выборе пути, особенно на путях с неблагоприятными условиями погоды. Такая проводка практикуется и доступна на коммерческой основе для судов всех типов и для многих районов перевозок.

Соблюдение сроков рейса. Важно для планирования совместной работы портов и судна и своевременной постановки судна к причалу и взятия его под обработку. Оптимизация портовых операций может вызывать улучшение процедур, связанных с различными грузовыми операциями в портах. Портовым властям следует рекомендовать максимально повышать эффективность обработки судов и сводить к минимуму задержки.

Оптимизация скорости. Может приводить к значительной экономии топлива. Оптимальная скорость означает скорость, при которой топливо на тонно-милю используется на минимальном уровне для этого рейса. Оптимизация не означает минимальную скорость, фактически при плавании со скоростью ниже оптимальной расход топлива выше, а не ниже. Возможные отрицательные последствия эксплуатации на малой скорости могут включать повышенную вибрацию и проблемы, связанные с налетом сажи в камерах сгорания и выхлопных системах. Как часть процесса энергосбережения, оптимизация скорости может потребоваться, чтобы надлежащим образом учитывалась необходимость координировать время прихода с наличием причалов для грузовых операций. При рассмотрении оптимизации скорости необходимо принимать во внимание количество судов, выполняющих аналогичные перевозки. Сокращению расхода топлива может способствовать постепенное увеличение скорости при выходе из порта, при поддержании нагрузки двигателя в определенных пределах. Негативным явлением оказывается тот факт, что согласно многим чартерам скорость судна определяется фрахтователем, а не оператором. При согласовании условий чартера следует направлять усилия на поощрение судна к эксплуатации с оптимальной скоростью для максимального повышения энергоэффективности.

Оптимизированная мощность на валу. Эксплуатация при постоянной частоте вращения вала может быть более эффективной, чем постоянная корректировка скорости посредством мощности двигателя. Может быть полезным использование автоматических систем управления двигателем для контроля скорости без вмешательства человека.

5.3.2 Оптимизация процесса управления судном

Оптимальный дифферент. Дифферент судна в грузу или в балласте оказывает большое влияние на сопротивление судна в воде, а оптимизация дифферента может обеспечить значительную экономию топлива. При любой заданной осадке существует условие дифферента, которое обеспечивает минимальное сопротивление. На некоторых судах возможна непрерывная оценка в течение рейса оптимальных условий дифферента для эффективного использования топлива. Полному применению оптимизации дифферента могут препятствовать конструкция судна или факторы безопасности.

Оптимальный балласт. Балласт следует корректировать с учетом требований относительно оптимальных условий дифферента и управления судном, а также условий оптимального балласта, обеспечиваемого посредством надлежащего планирования погрузки. При определении условий оптимального количества балласта для конкретного судна должны соблюдаться пределы, условия и меры по управлению балластом, изложенные в судовом плане управления балластными водами. Наличие на борту судна балласта оказывает большое влияние на условия управления и регулировки авторулевого, имея ввиду, что меньшее количество балластных вод не обязательно означает высокую эффективность.

Оптимизация набегающего на гребной винт потока. Выбор гребного винта производится на стадии проектирования и постройки судна, однако новые разработки в области конструкции гребного винта сделали возможной модификацию более поздних конструкций для обеспечения большей экономии топлива. Гребной винт является частью пропульсивной системы, и изменение конструкции гребного винта может оказать влияние на эффективность и расход топлива. Улучшение набегающего на гребной винт потока воды с помощью таких устройств, как бортовые управляемые рули или направляющие насадки, может повысить эффективную пропульсивную мощность и поэтому сокращать расход топлива. Энергоэффективность можно значительно повысить путем очистки и полировки гребного винта или изменением его покрытия.

Оптимальное использование рулевого устройства и системы управления курсом судна (авторулевой). Комплексная навигационно-управляющая система может обеспечить значительную экономию топлива путем простого сокращения расстояния, пройденного с отклонением от заданного пути. Это достигается улучшением управления курсом путем менее частых и незначительных переключений пера руля и сводит к минимуму потери энергии вследствие сопротивления руля. При подходе к портам и лоцманским станциям авторулевой не всегда более эффективен, поскольку ручное управление рулем обеспечивает более быстрое реагирование на подаваемые команды.

Уход за корпусом судна, удаление биообрастаний и шероховатости. Сроки промежуточных ремонтов и докования должны соблюдаться в соответствии с требованиями Регистра, при этом дополнительно можно производить

очистку корпуса учитывая оценку ходовых качеств судна. Сопротивление корпуса может быть оптимизировано системами покрытия по новой технологии, возможно, в сочетании с промежутками между очисткой. Должна присутствовать регулярная проверка состояния корпуса судна на плаву. Чем глаже поверхность корпуса, тем лучше эффективность использования топлива.

5.3.3 Альтернативные виды топлив для СЭУ [126]

Водород – является одним из наиболее легких газообразных элементов, продукты его окисления характеризуются экологической чистотой, поскольку при полном сгорании водорода образуется только вода при отсутствии компонентов «парниковых» газов. Сырье для получения водорода – неисчерпаемо – вода, а помимо этого продукт сгорания водорода то же вода. Однако, по термодинамическим условиям водород невыгодно получать из воды в настоящее время, поскольку затраты энергии на получение водорода из воды превышают величину энергии, полученной при окислении водорода. Необходимы новационные подходы к решению этой проблемы. Отдельные публикации по получению водорода вселяют уверенность, что в ближайшей перспективе появятся технологии, которые в значительной мере будут превосходить традиционную углеводородную энергетику по экономическим и экологическим показателям.

Сероводород. Проблема сероводорода Черного моря и пути его добычи и переработки изложены в работах [127–132]. Сероводород, содержащийся в растворенном состоянии в морской воде, представляет потенциальную угрозу для стран Причерноморья, а с другой стороны является энергоносителем с большой кратностью запаса.

Научно-исследовательские и опытные работы по комплексной добыче и переработке сероводорода Черного моря, выполненные под руководством профессора Леонова В. Е, готовы к практической реализации. Для промышленного внедрения разработок по добыче и переработке сероводорода Черного моря необходимы волевое решение и финансовая поддержка правительств стран Причерноморья. Сероводород Черного моря – сырье для получения: теплоты, электроэнергии, минеральных удобрений, продуктов химической и нефтехимической отрасли.

Интересным представляется прямое использование сероводорода в качестве топлива для судовых энергетических установок. Реализация этого технического решения позволит отказаться от традиционного углеводородного топлива со значительными экономическими и экологическими преимуществами, полностью исключаются выбросы отработанных газов СЭУ [132].

Водно-топливные, спирто-топливные эмульсии – представляют собою водно-спирто-углеводородные смеси. Назначение этих систем – экономия топлива углеводородного происхождения, снижение эмиссии вредных токсичных

компонентов с отработанными газами СЭУ. Недостатки этих композиций – низкая стабильность, особенно при низких температурах и влаги в топливе, коррозия материалов выпускного тракта отработанных газов СЭУ.

Присадки к топливам и смазочным материалам.

Присадки позволяют решить следующие проблемы – снизить концентрацию углеродосодержащих соединений (сажи) в отработанных газах СЭУ, улучшить триботехнические характеристики смазочных материалов, снизить коэффициент трения, увеличить время межремонтного пробега машин и механизмов судового оборудования.

5.3.4 Функции конструктивизма руководства и управления

Утилизация теплоты отработанного газа СЭУ. В настоящее время утилизация отходящей теплоты СЭУ является коммерчески доступной технологией использования тепловых потерь, связанных с отработанными газами для производства электроэнергии, сообщения дополнительного движения судну, используя генератор на валу. Существующие на судах технологии утилизации теплоты отработанных газов СЭУ имеют ряд недостатков: 1) низкий коэффициент использования теплоты из-за отложений сажи на теплопередающих поверхностях; 2) большая трудоемкость, обусловленная частыми и вредными для экипажа работами по очистке от сажи трубных сборок котла-утилизатора; 3) выброс сажи с продувочными газами в атмосферу.

Разработанное в Херсонской Государственной Морской Академии новое техническое решение по утилизации теплоты отработанных газов СЭУ [133] позволяет исключить указанные выше недостатки

Пропульсивная система и её техническое обслуживание. Техническое обслуживание в соответствии с графиком планово-предупредительного ремонта и инструкциями изготовителя будет способствовать повышению эффективности судна. Полезным средством поддержания высокой эффективности может быть использование мониторинга состояния двигателя. Дополнительные средства повышения эффективности двигателя могут включать: а) использование присадок к топливу; б) корректирование расхода смазочного масла цилиндров; в) усовершенствование клапанов; г) анализ крутящего момента; д) автоматизация систем мониторинга двигателя.

Улучшенная обработка, сепарация грузов. Обработка грузов находится под контролем и во многом зависит от работы порта, поэтому необходима тесная связь, кооперация и изучение оптимальных решений применительно к судну и требованиям порта.

Улучшенное управление флотом. Рациональное использование тоннажа часто может быть обеспечено путем усовершенствования планирования работы флота и, в особенности, сокращения периодов балластного перехода, в чем заинтересованы все стороны перевозки груза. Данный пункт также тесно связан с необходимостью соблюдения точного времени прихода судна в порт и освобождением, в это же время, причала под обработку судна.

Управление энергопотреблением судна. Анализ дополнительных возможностей электрооборудования на судне может выявить определенные резервы для повышения эффективности СЭУ, технико-экономических показателей судна. Тепловая изоляция является очевидным средством экономии энергии. Для уменьшения воздействия переноса тепла из компрессорных установок возможна оптимизация мест хранения рефрижераторных контейнеров. При необходимости это может быть объединено с подогревом, вентиляцией грузовых танков. Кроме того, может рассматриваться вопрос об использовании рефрижераторной установки для охлаждения судовых двигателей с низким расходом энергии.

Возраст и срок эксплуатации судна. Судходная компания постоянно должна контролировать и рассчитывать рациональность содержания изношенных судов с целью выявления выгоды и потерь от необходимых ремонтов изношенных судов и поддержания их в хорошем техническом и мореходном состояниях.

Район плавания и перевозок. Судно всегда должно плавать в районах соответствующих его классу, согласно Классификационному свидетельству. Кроме того, судно должно иметь на борту груз, отвечающий требованиям типа судна и его возможностям, соблюдая регламентирующие документы и Руководства. Нарушение, вольное или невольное, этих условий приводит не только к снижению эффективности рейса, но и к более серьезным негативным последствиям. Пути выбора наиболее эффективного сочетания района плавания и перевозимого груза лежат в сфере компетенции и ответственности самой судходной Компании.

Совместимость мер. В процессе морской перевозки участвуют различные заинтересованные стороны и в этой связи очень важно иметь налаженные и усовершенствованные пути взаимодействия для осуществления поставленной цели, то есть успешной перевозки. Чем лучше будут налажены взаимоотношения по линиям: судно – компания, судовладелец – фрахтователь – получатель, тем более эффективней и безопасней будет морская перевозка [2, 124].

Необходимо отметить, что предложенные рекомендации (рис. 5.3) имеют общий характер, поэтому для каждого конкретного проекта судна, при разработке ПУЭС, необходимо учитывать его специфику, характеристику перевозимых грузов, навигационное планирование перехода, время года, даты выхода – прихода в порт.

Ниже приведен разработанный План управления энергоэффективностью танкера.

ПЛАН УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬЮ СУДНА
Ship Energy Efficiency Management Plan

Содержание

№	Наименование	Страница
1	Основные характеристики судна.	
2	Введение	
3	Определения	
4	Меры повышения энергоэффективности судна	
5	Мониторинг	
6	Оценка процедур	
7	Лист корректуры	
8	Лист ознакомления с планом	

1. Основные характеристики судна

Название судна	m/t «Ocean Jupiter»	Валовая вместимость	30965
Тип судна	Oil product carrier	Чистая вместимость	14816
Дата разработки ПУЭС	05.10.13	Дедвейт	50338 <i>m</i>
Дата и место постройки	21.05.2007/ SLS Shipbuilding Co. LTD, TongYeong, Korea	Класс судна	+A1, Oil Carrier, (E), +AMS, +ACCU, VEC, FL30, SH, RES, SHCM, with vessel description «Double Hull Crude and Oil Products Carrier» ESP, RW
Тип и мощность главной энергетической установки	STX Engine Co Ltd, MAN B&W 6S50MC-C, Diesel Engine x 1 set MCR 12900 BHP (9623KW) @ 127RPM, NCR 10965 BHP @ 120.3 RPM.	Скорость судна в грузу/ в балласте	15 узлов / 16 узлов

2. Введение

Настоящий план (далее ПУЭС) разработан с целью создания механизма повышения энергоэффективности работы судна в соответствии с требованиями правила 22 Приложения VI к Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов 1973 года, измененной Протоколом 1978 года к ней (МАРПОЛ 73/78), принятой 02.03.2012 года.

ПУЭС является частью судовой системы управления безопасностью. ПУЭС обеспечивает возможный подход к мониторингу показателей эффективности работы судна и флота на протяжении времени, а также некоторые варианты, которые должны учитываться при оптимизации ходовых качеств судна. Наличие на судне и использование в работе судна ПУЭС является обязательным для судов валовой вместимостью 400 и более с 01 января 2013 года.

3. Определения

Нижеприведенные определения даны применительно к данному ПУЭС.

Планирование – процесс постановки целей, для создания хорошего стимула в надлежащем осуществлении и улучшении, приверженности делу, повышения энергоэффективности.

Планирование – наиболее важный этап Плана Управления энергоэффективностью судна, при котором главным образом определяется, как текущее состояние энергоэффективности судна, так и предполагаемое повышение энергоэффективности судна. В процессе планирования следует особо учитывать сведение к минимуму любого административного бремени на судне.

Меры – различные варианты повышения эффективности, такие как: оптимизация скорости, проводка судна наивыгоднейшими путями с учетом погоды, уход за корпусом (табл. 5.1).

Осуществление – после определения осуществимых мер важно создать систему осуществления установленных и выбранных мер путем разработки процедур управления энергопотреблением. В данном плане управления энергоэффективностью описано, каким образом должна осуществляться каждая мера и кто является ответственным лицом.

Мониторинг – основой мониторинга является непрерывный и согласованный сбор данных. Для избежания излишнего административного бремени, возлагаемого на персонал судна, мониторинг насколько это возможно должен проводиться береговым персоналом с использованием данных полученных из официальных судовых машинных журналов, журналов нефтяных операций.

Самооценка и усовершенствование – завершающий этап цикла управления на котором должна быть получена значимая информация для предстоящей первой стадии – планирования следующего цикла. Целью самооценки является оценка эффективности запланированных мер и их осуществление. Цель может принимать любую форму, такую, как годовой расход топлива или конкретная задача. Какой бы ни была цель, она должна быть измеримой и легкой для понимания.

Система управления безопасностью означает структурированную и документированную систему, позволяющую персоналу компании эффективно осуществлять политику компании в области безопасности и защиты окружающей среды, как определено в пункте 1.1 Международного кодекса по управлению безопасностью.

Система экологического менеджмента (СЭМ) – это система, согласно стандарту ISO 14001, содержащая процедуры выбора наилучших мер для конкретных судов и последующей постановки задач по измерению соответствующих параметров наряду с соответствующими средствами контроля и обратной связи.

4. Меры повышения энергоэффективности судна

Повышение энергоэффективности эксплуатации судна (табл. 5.1) не обязательно зависит только от управления судном. Прежде всего ПУЭС и его эффективность зависит от многих заинтересованных сторон, включая судо-

ремонтные предприятия, собственников, операторов, фрахтователей судов, грузовладельцев, портов и служб управления движением. Понятие «точно в срок», требует надежной своевременной связи между операторами, портами и службой управления движением. Чем лучше координация между такими заинтересованными сторонами, тем большего повышения можно ожидать. В большинстве случаев такая координация или общее управление лучше осуществляется компанией, а не судном.

Таблица 5.1 – Процедуры повышения энергоэффективности судна

Меры энергоэффективности	Осуществление	Ответственный персонал
1. Планирование перехода	Планирование перехода (предварительная прокладка) выполняется вторым помощником капитана под руководством капитана в соответствии с процедурой компании. Наиболее экономичный маршрут выбирается с учетом погодных условий на маршруте следования.	Капитан
2. Оптимизация скорости	Использование главных судовых двигателей на наиболее экономичных режимах работы при условии поддержания плановой скорости.	Капитан, старший механик
3. Следование оптимальными путями с учетом погоды	Корректировка маршрута, исходя из погодных условий, осуществляется капитаном и обновляется на ежедневной основе или, при необходимости, чаще. Предоставление по запросу капитана дополнительной информации о прогнозируемых погодных условиях.	Капитан, главный штурман Компании
4. Оптимальное использование рулевого устройства и системы управления курсом судна (авторулевые)	Оптимальная настройка параметров авторулевого, применительно к загрузке судна и погодным условиям: а) коэффициент обратной связи; б) коэффициент сигнала тахогенератора; в) коэффициент усиления всей системы.	Капитан, помощники капитана
5. Оптимальный дифферент судна	Обеспечение дифферента судна исходя из конкретных загрузок и продолжительности перехода.	Капитан, старший помощник
6. Сокращение непроизводительных простоев в ожидании грузовых операций	При наличии соответствующей информации о времени постановки к причалу корректировка скорости судна с целью своевременного прибытия в порт назначения	Менеджер/ оператор судна. Капитан
7*. Уход за корпусом судна	При каждой плановой постановке судна в Док производить очистку и покраску ВРК, донно-заборной аппаратуры, корпуса судна в соответствии с принятой технологией.	Капитан, старший механик
8. Техническое обслуживание пропульсивной системы	Выполнять все регламентные работы в соответствии с планом-графиком технического обслуживания СЭУ. Производить регулярный контроль основных параметров работы СЭУ	Старший механик

Продолжение таблицы 5.1

9. Управление судовым энергопотреблением	При стоянке судна у причала более 24 часов производить подключение к береговой электрической сети, если это возможно и предусмотрено береговыми средствами.	Капитан
10. Оптимальное потребление электроэнергии	Все механизмы и устройства, использующие электроэнергию, должны включаться по необходимости и отключаться сразу же после использования. До минимума ограничить использование вентиляции в МКО и других служебных помещениях в холодное время года	Вахтенный механик
11.** Оптимальное использование судовых систем и механизмов	а) осуществление приема балласта самотеком, если это не противоречит руководству по проведению балластных операций; б) своевременное включение в работу и выключение валогенератора на ходу судна для обеспечения электрического питания; в) оптимальное использование генератора инертных газов во время грузовых операций и мойки танков; г) оптимальное использование грузовой и зачистной систем в процессе мойки танков.	Старший помощник капитана
12. Утилизация отходящего тепла	В полной мере утилизировать тепло системы охлаждения ГД на ходу (обогрев жилых помещений, нагрев мыльевой воды). Использование тепла системы охлаждения для опреснения забортной воды в вакуумных опреснительных установках	Старший механик
13.*** Оптимальное использование калориферов, кондиционеров	Во время работы кондиционеров или калориферов обеспечить герметизацию дверей, иллюминаторов и других закрытий наружного контура надстройки.	Старший механик
14. Оптимальное использование рефрижераторной техники.	Обеспечение исправного состояния теплоизоляции холодильных камер, трубопроводов хладагента, уплотнения дверей провизионных камер. Температура в холодильных камерах должна быть не ниже рекомендованной, для рыбной и мясной продукции не ниже минус 18–20°C; овощной – не ниже 4–5°C.	Старший механик
15. Контроль качества топлива.	Контроль исправной работы топливных сепараторов, топливных фильтров, а также качества топлива, различных поставщиков.	Старший механик
16. Развитие людских ресурсов	Повышение информированности персонала на берегу и на судне и предоставление ему необходимой подготовки. Развитие людских ресурсов рекомендуется и должно учитываться в качестве важного компонента планирования, а также существенного элемента осуществления.	Руководство компании, DPA
17. Район перевозок и плавания.	Суда будут менять районы перевозок в результате изменения требований чартера, но это не следует принимать как общее предположение. Мировые океаны и моря имеют свои характерные условия,	Руководство компании, DPA

	<p>и поэтому суда, предназначенные для плавания по особым маршрутам и для особых перевозок, могут не извлечь такой же выгоды путем принятия таких же мер или сочетания мер, как другие суда. Некоторые меры будут иметь больший или меньший эффект в различных районах плавания. Перевозка, в которой занято судно, может определять осуществимость рассматриваемых мер энергоэффективности. Продолжительность рейса также может быть важным параметром, как и особые соображения безопасности. Пути выбора наиболее эффективного сочетания мер будут особыми для определенных условий плавания.</p>	
--	--	--

5. Мониторинг

Так как целью управления энергоэффективностью судна является уменьшение вредных выбросов в атмосферу, которое в свою очередь напрямую зависит от количества потребляемого топлива, то контролируя потребление топлива и сравнивая его с предпринимаемыми мерами можно с определенной долей вероятности оценить эффективность примененных мер.

Контроль расхода топлива в компании осуществляется несколькими независимыми способами:

1. Ежедневный контроль расхода топлива «по замерам», которые выполняются экипажем.
2. Контроль израсходованного топлива при помощи системы «FLEETECO»
3. Выборочный контроль расхода топлива специалистами технического департамента, как при заходе судна в порт по замерам, так и в течении рейса, при движении судна.

Также мониторинг мер осуществляется через анализ данных, полученных из судового и машинного журналов, во время плановых проверок-аудитов судна специалистами береговых подразделений, в частности, о пути следования судна, часах работы машин и механизмов.

6. Оценка процедур

Оценка эффективности ПУЭС будет проводиться по истечении трёх лет с даты начала работы Плана, то есть, с 01 января 2013 года совместно специалистами департамента эксплуатации и технического департамента путем анализа показателя расхода топлива, принимая в расчет сезонные изменения.

Целью самооценки являются оценка эффективности запланированных мер и их осуществления, улучшение понимания общих характеристик эксплуатации судна, какие типы мер могут/не могут эффективно функционировать и как и/или почему, чтобы понять тенденцию повышения энергоэффективности этого судна и разработать усовершенствованный ПУЭС для следующего цикла. Самооценку следует выполнять периодически, используя данные, собранные посредством мониторинга. Рекомендуются также уделять время выявлению

причины и следствия ухудшения или улучшения ходовых качеств судна и работы механизмов и систем в оцененный период для усовершенствования. Выводы и анализ произведенных действий должны быть внедрены в откорректированные технические условия работ и процессов на судне для дальнейшего развития.

Соображения безопасности экипажа, живучести судна постоянно должны иметь первостепенное значение. Перевозки, в которых занято судно, могут определять осуществимость рассматриваемых мер эффективности. Продолжительность рейса также может быть важным параметром, как и соображения безопасности, касающиеся перевозок.

7. Лист корректуры

№	Источник корректуры	Дата внесения	Фамилия	Должность

8. Лист ознакомления с планом

Ф.И.О	Должность	Дата	Подпись

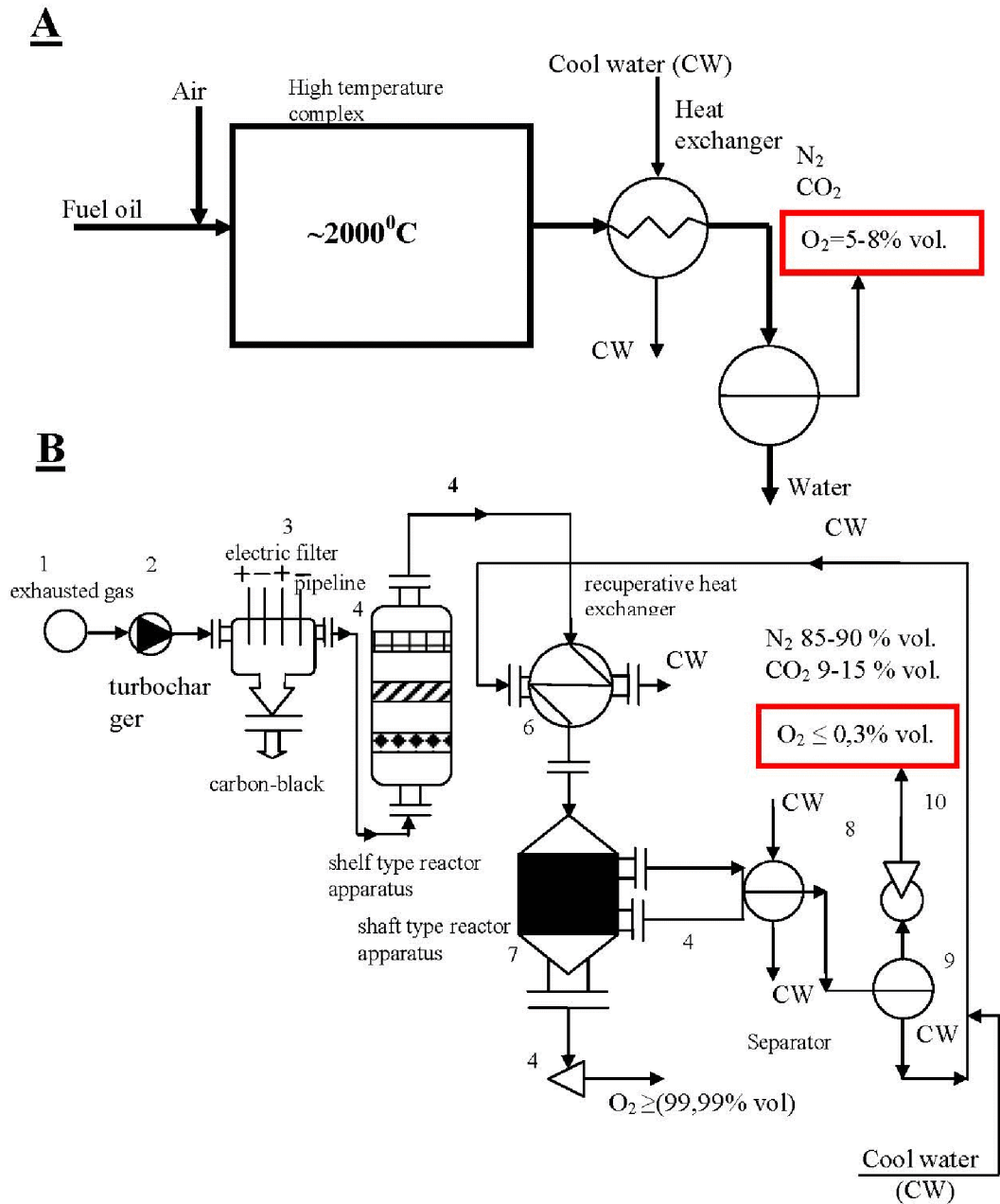
*Примечания:

п. 7.* Представляет интерес новационная технология и рецептура приготовления антикоррозионного наполнителя, наносимого на подводную поверхность корпуса судна, который повышает срок службы основного металла корпуса судна, ингибирует процессы коррозии в морской среде и предотвращает эмиссию ионов тяжелых металлов в морскую среду [134].

п. 11.** Используемые на морском транспорте генераторы инертного газа могут обеспечить получение инертного газа с концентрацией кислорода в нём в пределах 5–8 % объёмн., что является опасным в случае использования его в качестве «защитной подушки» в танкерах и при тушении пожаров.

п. 13. *** В машинно-котельном отделении вследствие принятых конструкций основных и вспомогательных двигателей, несовершенства отвода избыточной теплоты создаются параметры метеословий – температура, относительная влажность, скорость движения воздушных масс, – превышающие нормативные показатели, особенно по температуре, отрицательно влияющие на здоровье экипажа в машинно-котельном отделении.

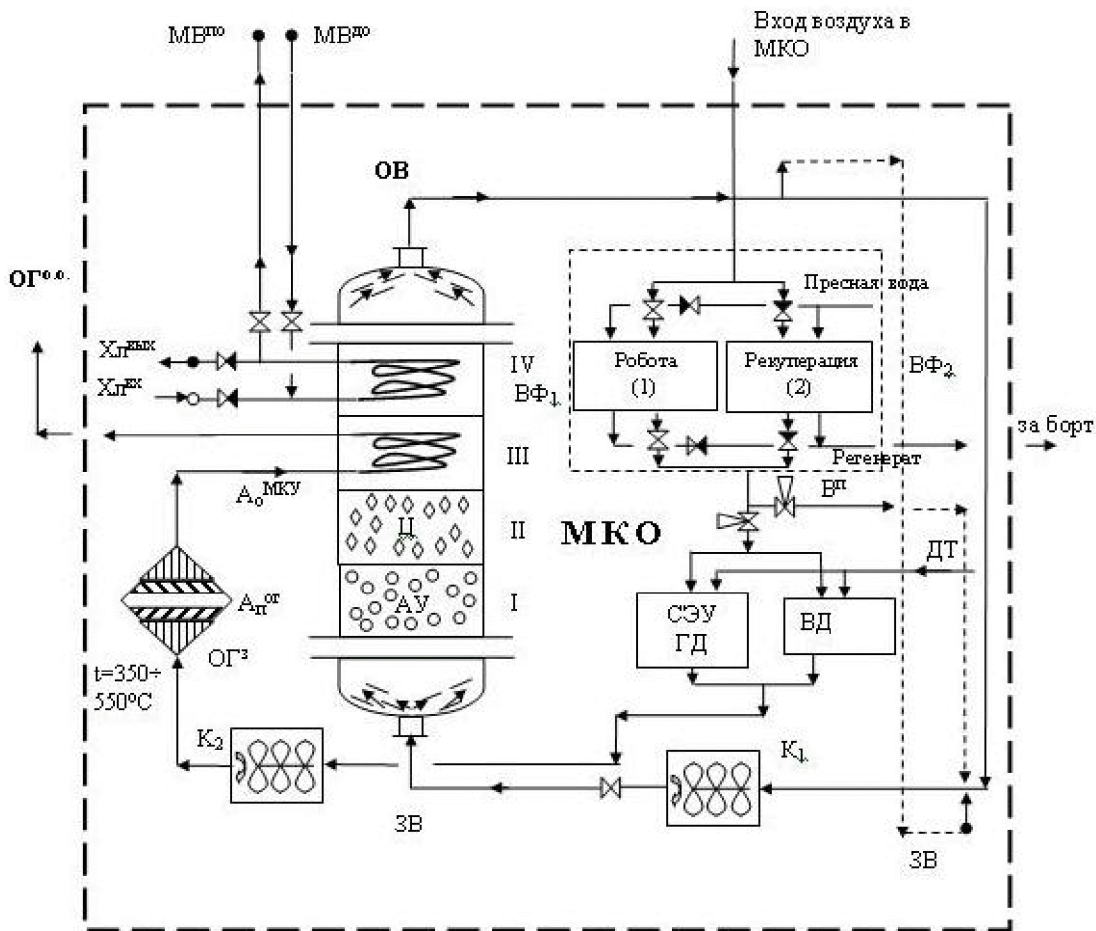
В разработанной в Херсонской государственной морской академии технологии получения инертного газа из отработанных газов СЭУ [135] получают инертный газ с минимальной концентрацией кислорода не более 0,3 % объёмн., что обеспечивает полную пожаро-взрывобезопасность при транспортировке, хранении и перевозках нефти//нефтепродуктов в танкерах (рис. 5.4).



A – традиционная схема; B – новационная технология по патенту Украины [135]

Рисунок 5.4 – Получение инертного газа на борту судна

С целью обеспечения допустимых параметров метеоусловий в машинно-котельном отделении, снижения энергозатрат на приточно-вытяжную вентиляцию разработана новационная технология стабилизации и нормирования параметров метеоусловий [125]. В технологии используются эффективные адсорбенты, катализаторы, предложена утилизация теплоты отработанных газов СЭУ (рис. 5.5).



Условные обозначения

K_1, K_2 – компрессор;
 A_{0}^{MKY} – аппарат стабилизации параметров микроклимата, очистки воздушной среды МКО;
 $B\Phi_1, B\Phi_2$ – воздушный фильтр;
 $A_{п}^{ог}$ – аппарат подготовки отработанного газа;
 $ГД, ВД$ – главный и вспомогательный двигатель, соответственно;
 $СЭУ$ – судовая энергетическая установка;
 $ЗВ, ОВ$ – загрязненный и очищенный воздух, соответственно;
 $ОГ^3$ – отработанный газ загрязнённый;
 $ОГ^{0.0}$ – отработанный газ очищенный, охлажденный;
 $ХЛ^{ВХ}, ХЛ^{ВЫХ}$ – хладагент, соответственно, на входе и выходе;

МКО – машинно-котельное отделение;
 $B^п$ – воздух на подпитку в МКО;
 ДТ – дизельное топливо;
 $МВ^{до}, МВ^{по}$ – морская вода до и после охлаждения, соответственно;
 I – блок осушки и очистки от паров углеводородов;
 II – блок очистки от токсичных компонентов;
 III – блок нагрева очищенного воздуха;
 IV – блок охлаждения очищенного воздуха;
 АУ – адсорбент;
 Ц – цеолитный катализатор;
 $\nabla, \blacktriangleright$ – запорно-регулирующий вентиль, соответственно, открыт – закрыт

Рисунок 5.5 – Инновационная технология стабилизации и нормирования параметров метеоусловий, очистки воздушной среды МКО от токсичных соединений [125]

В 2012–2013 гг. в условиях конкретного морского перехода на Т/Х «HHL Hamburg» были разработаны технические предложения по улучшению показателей ПУЭС (табл. 5.2)

Table 5.2 – Measures to improve SEEMP [136]

Ship main particulars		SEEMP details	
Ship Name	HHL Hamburg	Date of development	12/10/2012
IMO Number	9419008	Implementation period	
Hull Number	4730	From	12/10/2013
Port of Registry	Monrovia	Next evaluation	12/10/2013
Ship Type MP HL			
Deadweight	16577	Developed by	Hansa Heavy Lift GmbH
Gross Tonnage	15 549	Implemented by	Germanischer Lloyd
1.	Measures for fuel efficient operation	Implementation actions	Monitoring and recording actions
1.1	Speed optimisation	a. According to our charter party terms [Clause No.], vessel is encouraged to sail at the optimum speed of [15.0] knots Responsible Person(s): Master	a. Check reports for voyages where virtual arrival was implemented and report benefits on next SEEMP review. Responsible Person(s): Head office
		b. Virtual arrival is implemented. Refer to [Company operating manual] for details of implementation. Responsible Person(s): Master	
2.	Measures for optimised ship handling	a. Trim is adjusted to the optimum values for the planned voyage speed and vessel draft according to the trim tables onboard, as far as it is practical. b. Responsible Person(s): Master	a. From voyage reports, look at speeds under different legs and the voyage trim and check how long the ship is sailing under the optimum trim during sea passage. Sample fuel consumptions for similar legs / speeds and different trims to identify gains. Responsible Person(s): Head office
3.	Measures for hull and propeller optimization		
3.1	Hull resistance optimisation	a. Hull condition is assessed on a quarterly basis during port stays where this is practical through in-water inspection. Responsible Person(s): Head Office	a. Keep records of in-water inspections and identify areas for underwater cleaning. Responsible Person(s): Head office
		b. In water hull cleaning is performed on a 1-year basis, in port stays where this is practical, in areas identified during inspections. Responsible Person(s): Head Office	

4.	Measures for machinery and equipment optimization		
4.1	Main and auxiliary engine optimisation	a. Auxiliary engine utilisation is optimised by switching to one engine instead of using all engines at low loads. Responsible Person(s): Chief Engineer	a. Auxiliary engine load factors are monitored. Responsible Person(s): Head office
4.2	Heat recovery	a. Water washing is performed on the exhaust gas economiser during major repair periods. Responsible Person(s): Chief Engineer	a. Not required.
5.	Measures for cargo handling optimisation		
5.1	Inert gas system	Using inert gas from exhausted gases to prevent self-combustion of DG	Obtain records of cargo temperatures and quantity of inert gas needed. Responsible Persons: Ch.mate, Ch.Eng.
6.	Measures for energy conservation and awareness		
6.1	Accommodation energy optimisation	a. Tube fluorescent lamps (TFLs) are used in all accommodation areas. Responsible Person(s): N/A	Not required
		b. Motion activated light detectors are used in accommodation areas where lighting is not required at all times. Responsible Person(s): N/A	
6.2	Training and awareness	a. Energy efficiency awareness training will be undertaken this year for senior engineers and deck officers. Responsible Person(s): Head office	a. Review feedback from training once delivered and discuss benefits with course participants. Responsible Person(s): Head office

Особого внимания в части ПУЭЭС заслуживает вопрос предотвращения «морской инвазии» при балластировке–дебалластировке судовых систем, который приводит к истощению разнообразия морских организмов, снижению их биопродуктивности, нанесению ущерба морской среде здоровью человека.

В патенте [140] разработано оригинальное и эффективное техническое решение по получению активного оксиданта-ингибитора и деструктора биопаразитов, содержащихся в балластных водах. Активный оксидант получают непосредственно на борту судна, в качестве исходного сырья используют отработанные газы СЭУ.

В процессе обработки активным оксидантом балластных вод уничтожаются биопаразиты, а полученная после обработки балластная вода может использоваться многократно и рассматриваться, как товарная продукция.

В результате предложенной обработки балластной воды активным оксидантом решаются две основные проблемы:

- 1) прекращается перенос чужеродных организмов с балластными водами и, как следствие, исключается наносимый непоправимый ущерб морской среде;
- 2) в балластных танках не откладывается седимент, удаление которого представляет собою сложную, трудоемкую работу.

На рисунке 5.6 приведена технология получения активного оксиданта из отработанных газов СЭУ и обработка балластных вод активным оксидантом.

С целью повышения эффективности морских грузоперевозок в работе [3, 18] рассмотрен вопрос минимизации объема балластных переходов. В качестве примера рассмотрен вопрос встречных морских перевозок «нефть, нефтепродукты – пресная природная вода».

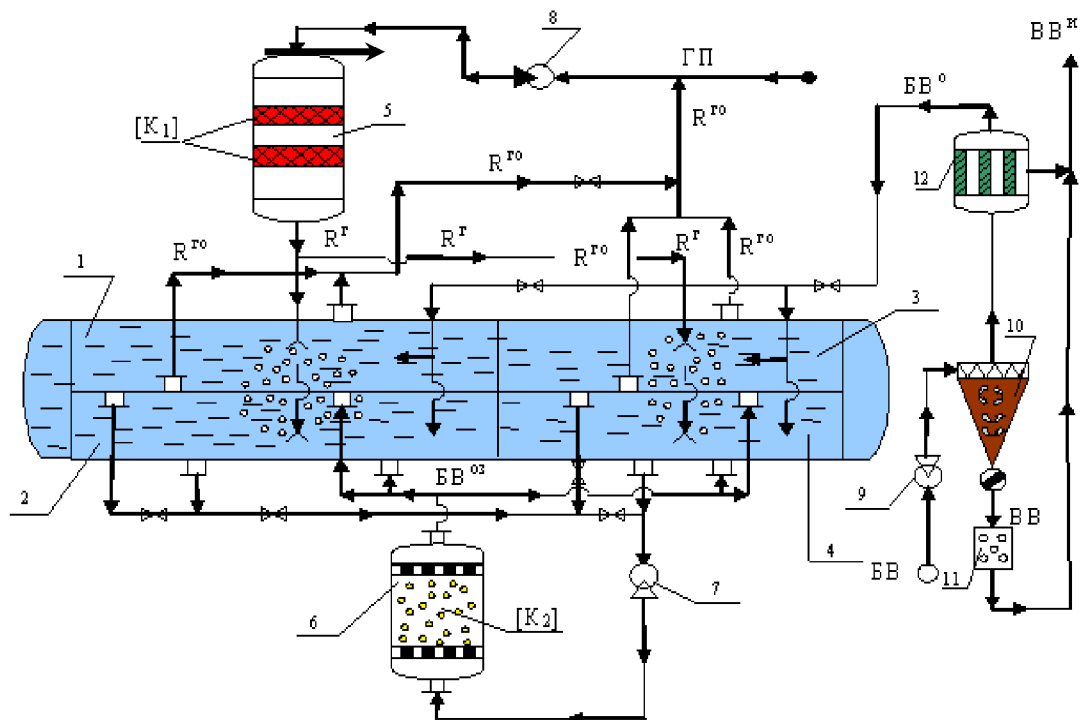


Рисунок 5.6 – Принципиальная схема очистки и обеззараживания балластных вод [3,140]

5.4 Конструктивный Коэффициент Энергетической Эффективности Судна

Резолюцией МЕРС 213(63) предписано производство расчета Конструктивного Коэффициента Энергоэффективности Судна [124].

При этом необходимо выполнить два основных требования:

1. Для каждого нового судна валовой вместимостью 400 и более должны быть определены Требуемый и Достигнутый Конструктивные коэффициенты энергоэффективности.

2. На каждом новом или существующем судне валовой вместимостью 400 и более должен быть разработан и выполняться План Управления Энергоэффективностью Судна.

Правило 2 Приложения VI: «Новое судно» – судно, контракт на постройку которого подписан 1 января 2013 года или после этой даты; или киль которого заложен не ранее 1 июля 2013 года; или поставка которого осуществлена на или после 1 июля 2015 года.

Правило 20 Приложения VI: требования по Достигнутому Конструктивному коэффициенту энергоэффективности (EEDI) применяются к «новым судам».

Достигнутый Конструктивный коэффициент энергоэффективности (EEDI) – величина Конструктивного коэффициента энергоэффективности, фактически достигнутая на отдельном судне в соответствии с правилом 20 Приложения VI.

Основное требование для новых судов: Правило 21 Приложения VI: основное требование для новых судов валовой вместимостью 400 и более – Достигнутый EEDI должен быть меньше Требуемого EEDI или равен ему.

Требуемый Конструктивный Коэффициент Энергоэффективности – это максимальная величина Достигнутого Конструктивного коэффициента энергоэффективности, допускаемая правилом 21 Приложения VI в зависимости от типа и размерений судна.

Достигнутый EEDI должен определяться в соответствии с пересмотренным «Руководством ИМО по методу расчета Конструктивного коэффициента энергетической эффективности для новых судов, 2012», приведённом в Резолюции МЕРС.212(63) по уравнению [138]:

$$EEDI = \frac{\sum_{j=1}^n \left(f_j \cdot \sum_{i=1}^{n_{MEj}} P_{Meij} \cdot C_{FE} \cdot SFC_{Ei} \right) + (P_{AE} \cdot C_{FE} \cdot SFC_{AE})}{\sum_{j=1}^n \left(f_j \cdot \sum_{i=1}^{n_{MEj}} P_{Meij} \cdot C_{FE} \cdot SFC_{Ei} \right) - \sum_{i=1}^{n_{AE}} (f_i \cdot P_{AE} \cdot C_{FE} \cdot SFC_{AE})} \cdot (f_1 \cdot f_2 \cdot Capacity \cdot f_3 \cdot U_T) \quad (5.1)$$

где: SFC – удельный расход топлива двигателя [г/кВт час];

C_F – безразмерный переводной коэффициент между расходом топлива в двигателе (г) и выбросами CO_2 (г), определёнными по содержанию углерода C в конкретном топливе [г CO_2 ./ г топлива];

P_{Mei} , – показатель мощности каждого главного двигателя, равный 75 % от его номинальной мощности за вычетом мощности, потребляемой валогенератором (в случае его наличия);

P_{AE} – показатель требуемой мощности вспомогательных двигателей для обеспечения электроэнергией при максимальной загрузке судна;

P_{PTI} – показатель, равный 75 % номинальной мощности, потребляемой каждым гребным электромотором с учётом механических потерь в электромоторе и без учёта потерь в генераторе;

$P_{AE\text{eff}}$ – показатель снижения расхода электрической энергии за счёт использования энергоэффективных технологий (использование отходящего тепла главного двигателя);

P_{eff} – показатель сокращения мощности главного двигателя за счёт применения эффективных инновационных технологий в пропульсивной установке при 75 % мощности главного двигателя;

f_i – фактор вместимости судна, учитывающий необходимость выполнения требований по ограничению вместимости судна, требований которые применяются к судам ледового класса.

f_j – корректирующий фактор, учитывающий специфическую конструкцию элементов судов, например, судов ледового класса.

f_w – безразмерный коэффициент, учитывающий снижение скорости судна при определённом неблагоприятном состоянии моря в зависимости от высоты и частоты волны, а также от скорости ветра.

f_{eff} – коэффициент доступности каждой инновационной технологии.

V_{ref} – скорость судна, измеренная на глубокой воде с учётом соответствующей вместимости (дедвейт DWT/валовая вместимость GT в зависимости от типа судна) в соответствии с вышеуказанным Руководством [узлы].

Методика расчёта EEDI в разных системах, в Комитете по защите Морской Среды ИМО претерпела ряд изменений и базируется на практическом использовании следующих моделей:

Современная методика расчета EEDI:

$$\text{The principle} \quad \frac{\text{Environmental cost}}{\text{Benefit for society}} \quad (5.2)$$

$$\text{Japan: MEPC 57/4/12} \quad \frac{C_F \cdot SFCP}{\text{Capacity} V_{rnf}} \quad (5.3)$$

Denmark: GHG-WG 1/2/1

$$\frac{\prod_{j=1}^M f_j \sum_{i=1}^{NME} C_{FME_i} SFC_{ME_i} P_{ME_i} + \prod_{k=1}^L f_k \sum_{i=1}^{NAE} C_{FAE_i} P_{AE_i}}{\text{Capacity} V_{rnf}} \quad (5.4)$$

MEPC 58/4

$$\frac{\left(\prod_{j=1}^M f_j \right) \left(\sum_{i=1}^{NME} C_{FME_i} SFC_{ME_i} P_{ME_i} \right) + \left(\prod_{k=1}^L f_k \right) \left(\sum_{i=1}^{NAE} C_{FAE_i} SFC_{AE_i} P_{AE_i} \right)}{\text{Capacity} \times V_{ref} \times f_w} \quad (5.5)$$

USA:MEPC 58/4/35

$$\frac{\left(\sum_{i=1}^{ME} C_{FMEi} SFC_{MEi} P_{MEi} \right) + \left(\sum_{i=1}^{MAE} C_{FAEi} SFC_{AEi} P_{AEi} \right) - \left(\sum_{eff=1}^{Neff} f_{eff} C_{Peff} SFC_{eff} P_{eff} \right)}{Capacity \times V_{ref} \times f_W} \quad (5.6)$$

MEPC 58/23

$$\frac{\left(\prod_{j=1}^M f_j \right) \left(\sum_{i=1}^{kME} C_{FMEi} SFC_{MEi} P_{MEi} \right) + P_{AE} C_{FAE} SFC_{AE}^* + \left(\sum_{i=1}^{nPTi} P_{PTi} - \sum_{j=1}^{nWHRj} P_{WHRj} \right) C_{FAE} SFC_{AE} - \left(\sum_{i=1}^{neff} f_{eff} P_{eff} C_{FMEi} SFC_{MEi} \right)}{Capacity \times V_{ref} \times f_W} \quad (5.7)$$

MEPC.1/Circ.681

$$\frac{\left(\prod_{j=1}^M f_j \right) \left(\sum_{i=1}^{nME} P_{MEi} C_{FMEi} SFC_{MEi} \right) + \left(P_{AE} C_{FAE} SFC_{AE}^* \right) + \left(\prod_{j=1}^M f_j \cdot \sum_{i=1}^{nPTi} P_{PTi} - \sum_{j=1}^{neff} f_{eff} P_{AFeff} \right) C_{FAE} SFC_{AE} - \sum_{i=1}^{neff} f_{eff} P_{eff} C_{FMEi} SFC_{MEi}}{f_i \cdot Capacity \times V_{ref} \times f_W} \quad (5.8)$$

Требуемый EEDI определяется произведением величины базовой линии для конкретного типа судна на множитель «(1-X/100)», в котором учитывается величина уменьшающего фактора X, зависящего от типа судна, его размерений и четырёх временных фаз применения этого фактора (табл. 5.3):

$$\text{Требуемый EEDI} = (1-X/100) \cdot \text{величина Базовой линии} \quad (5.9).$$

Таблица 5.3 –Изменение уменьшающего фактора (X) в зависимости от типа, дедвейта судна и временного фактора

Тип судна	Дедвейт (DWT)	Фаза 0 1 янв 2013– 31 дек 2014	Фаза 1 1 янв 2015– 31 дек 2019	Фаза 2 1 янв 2020– 31 дек 2024	Фаза 3 1 янв 2025 и далее
Балкер	20,000 DWT и выше	0	10	20	30
	10,000–20,000 DWT	n/a	0–10*	0–20*	0–30*
Газовоз	10,000 DWT и выше	0	10	20	30
	2,000–10,000 DWT	n/a	0–10*	0–20*	0–30*
Танкер	20,000 DWT и выше	0	10	20	30
	4,000–20,000 DWT	n/a	0–10*	0–20*	0–30*
Контейнеровоз	15,000 DWT и выше	0	10	20	30
	10,000–15,000 DWT	n/a	0–10*	0–20*	0–30*
Генеральный груз	15,000 DWT и выше	0	10	15	30
	3,000–15,000 DWT	n/a	0–10*	0–15*	0–30*
Рефрижератор	5,000 DWT и выше	0	10	15	30
	3,000–5,000 DWT	n/a	0–10*	0–15*	0–30*
Комбиниро- ванное судно	20,000 DWT и выше	0	10	20	30
	4,000–20,000 DWT	n/a	0–10*	0–20*	0–30*

Базовая линия

Величина значения базовой линии (L) является функцией от дедвейта судна и определяется по уравнению:

$$L = a \times b^c, \quad (5.10)$$

где a и c – константы, определяемые в соответствии с данными, приведенными в таблице 5.4;

b – дедвейт судна, т.

Таблица 5.4 – Значения констант «а» и «с» в зависимости от типа судна

Тип судна	a	c
Балкер	961.79	0.477
Газовоз	1120.00	0.456
Танкер	1218.80	0.488
Контейнеровоз	174.22	0.201
Генеральный груз	107.48	0.216
Рефрижераторное судно	227.01	0.244
Комбинированное судно	1219.00	0.488

Базовая линия (L) для танкеров валовой вместимостью более 400, построенных за период с 1998 по 2012 гг., на основе базы данных Lloyd's Register IMO, определяется в соответствии с примером, приведенном на рисунке 5.7.

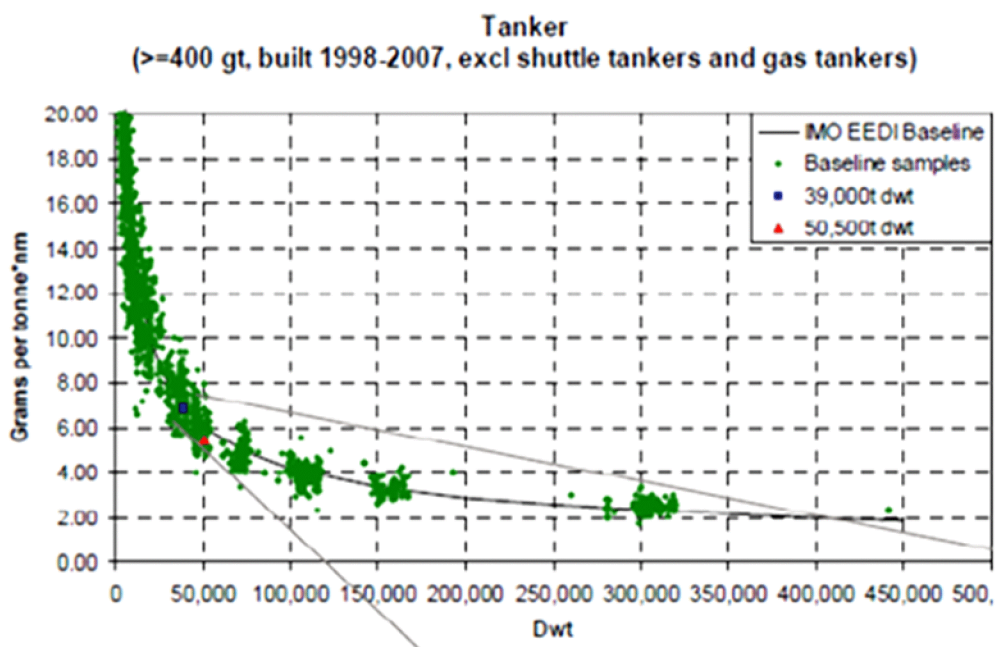


Рисунок 5.7 – Базовая линия для танкеров

Данная Базовая линия получена от усреднения значений EEDI, вычисленных для танкеров по расчётной формуле EEDI на основе данных, полученных из базы данных Lloyd's Register по существующим танкерам за период с 1998 по 2013 гг.

Правило 5.4.4 Приложения VI: подтверждение выполнения на существующем судне требований в части Плана SEEMP должно производиться при первом промежуточном или возобновляющем освидетельствовании судна для подтверждения или выдачи Международного свидетельства по предотвращению загрязнения атмосферы (IAPP), которое проводится на или после 1 января 2013 года (что произойдёт раньше).

В работе [15] приведен подробный анализ и обобщение научно-технических предложений по санитарной очистке отработанных газов СЭУ от токсичных соединений, сформулированы практические рекомендации по очистке отработанных газов СЭУ на судах морского флота.

Основные методы очистки отработанных газов СЭУ – физические, химические, физико-химические.

Для обеспечения безопасности плавания судов при прокладке Passage Planning необходимо выполнить предварительный расчет безопасной осадки судна под килём по методике UKC, как в портах (отход-приход), узкостях, каналах, так и в процессе всего перехода морского маршрута в соответствии с требованиями ИМО. В работе [141] выполнен расчет Конструктивного Коэффициента Энергоэффективности Судна «RIJN Trader» и безопасная осадка под килём в реальном рейсе «Houston – port Kelang» .

Very import calculation of Under-keel clearance (UKC) formula (5.11) means the minimum clearance available between the deepest point on the vessel and the bottom in still water.

$$UKC = ((\text{Charted Depth of Water}] + (\pm\text{Height of Tide})) - (\text{Static Deepest Draft})) \quad (5.11)$$

The ratio of the vessel's draft to the minimum UKC recommended by IMO is shown in the Table 5.5.

Table 5.5 – The ratio of the Static Deepest Draft to Minimum UKC recommended by IMO

Location	Static Deepest Draft	Minimum calculated depth	Vessel's UKC, calculated by formula (1)	Minimum UKC recommended by IMO	Conclusion
Houston Harbor	7.0 m	9.0 m	2.0 m	0.7 m	Vessel's UKC > Min UKC by IMO; 1.3 m
Houston River Passage	7.0 m	11.5 m	4.5 m	0.7 m	Vessel's UKC > Min UKC by IMO; 3.8 m
Open Ocean	7.0 m	100 m	93 m	3.5 m	Vessel's UKC > Min UKC by IMO
Suez Canal	6.9 m	17.0 m	10.1 m	0.69 m	Vessel's UKC > Min UKC by IMO; 9.41 m

Продолжение таблицы. 5.5

Sunda Strait	6.9 m	15.0 m	8.1 m	3.45 m	Vessel's UKC > Min UKC by IMO; 4.65 m
Gelasa Strait	6.9 m	12.0 m	5.1 m	3.45 m	Vessel's UKC > Min UKC by IMO; 1.65 m
Singapore Strait	7.0 m	24.0 m	17.0 m	3.5 m	Vessel's UKC > Min UKC by IMO; 13.5 m
Malacca Strait	7.0 m	14.0 m	7.0 m	3.5 m	Vessel's UKC > Min UKC by IMO; 3.5 m
Port Kelang Channel	7.0 m	15.0 m	8.0 m	0.7 m	Vessel's UKC > Min UKC by IMO; 7.1 m
Port Kelang	7.0 m	13.0 m	6.0 m	0.7 m	Vessel's UKC > Min UKC by IMO; 5.9 m

5.5 Разработка процессов получения альтернативного топлива для СЭУ, теплоты, электроэнергии, химических и нефтехимических соединений из нетрадиционного сырья

Перевод транспорта с традиционного углеводородного топлива на альтернативное обусловлен следующими причинами:

1. Дефицит углеводородных ресурсов невозобновимого характера;
2. Высокая стоимость углеводородных ресурсов;
3. Высокий уровень эмиссии токсичных компонентов с отработанными газами двигателей транспортных средств.

Использование на морском транспорте традиционного топлива – дизельное легкое, тяжелое топливо, флотский мазут – осложняется следующими проблемами:

1. Ограниченность ресурсов невозобновимого нефтяного углеводородного сырья, из которого это топливо получается (по прогнозам запасов нефти хватит не более чем на 50 лет).
2. Дороговизна этого топлива, поскольку запасы углеводородного сырья ограничены (п.1).
3. Существенный ущерб, наносимый окружающей среде, отработанными газами СЭУ, ввиду их токсичности, здоровью человека, снижение биоразнообразия морской среды и ее продуктивности.

Согласно принятых Дополнений к Приложению VI Международной Конвенции Марпол 73/78 «Предотвращение загрязнения воздушного бассейна при эксплуатации судов» приняты следующие ограничения:

1. В районе «SECA» – SO_x Emission Control Area (Балтийское, Баренцево, Северное моря, Английский канал) исполь-



зуется дизельное топливо с низким содержанием серосоединений не более 1,0 % масс. (для сравнения в обычном тяжелом дизельном топливе содержание серосоединений – 4,5 % масс.);

2. Массовая эмиссия диоксида серы с отработанными газами СЭУ не должна превышать 6 г/кВт час;

3. Сокращение эмиссии оксидов азота, содержащихся в отработанных газах СЭУ.



Национальными законодательными актами США, Канады приняты еще более жесткие требования – ЕСА по снижению содержания серосоединений в топливе: в 25 мильной зоне вдоль побережья этих стран необходимо использовать дизельное топливо с содержанием серосоединений не более 0,1 % масс.



В 2012 году создано грузовое судно с главным двигателем, использующим в качестве топлива сжиженный газ – пропан-бутановая фракция, – в котором отсутствуют серосоединения.

Однако, это можно оценить, как хороший, но бесперспективный эксперимент, поскольку с одной стороны запасы углеводородного сырья ограничены (п. 1), а с другой – выход из добытой нефти сжиженного газа не превышает 5 %. Низкотемпературное ожижение природного газа сопряжено с большими экономическими издержками на криогенную технику и потерями углеводородов в результате испарения природного газа.

Альтернативные топлива для судовых энергетических установок (СЭУ) можно ранжировать следующим образом [126]:

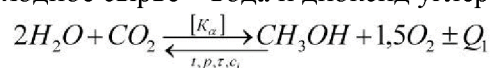
1. «Шахтный» метан, сланцевый газ+УВ

2. Промышленные, сельскохозяйственные отходы, твердые бытовые отходы+УВ.

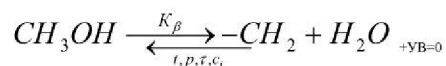
3. Донные кристаллогидраты Черного моря, Мирового океана+УВ [139].

4. Глубинный сероводород Черного моря+УВ [127,128]. Параллельно с альтернативными источниками энергии развивается использование Вечной энергии 1-го и 2-го рода – солнечная, ветровая, приливно-отливная, геотермальная. УВ – нефть, природный газ, уголь, сланцы – невозобновимая энергия.

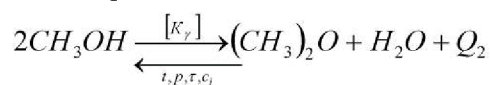
5. Метанол: исходное сырье – вода и диоксид углерода +УВ=0:



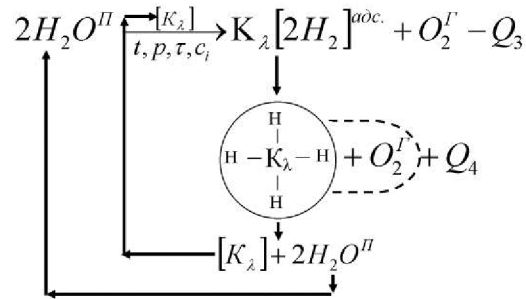
6. Синтетические углеводороды – топливо:



7. Диметиловый эфир – как альтернативное топливо для СЭУ и озонобезопасный хладагент для рефрижераторов и холодильной техники, пропеллент, противопожарное средство, сырье → метанол. +УВ=0.



8. Водород → исходное сырье: морская вода, обессоленная вода +УВ=0.



Процесс термодинамически и практически – реальный, если $Q_4 \gg Q_3$.

Нами разработано новационное оригинальное техническое решение по глубинной морской добыче сероводорода ($\approx 10\ 000\ \text{м}$), решение защищено патентом Украины [129].

Техническим решением [129] предусмотрена стационарная морская платформа, на которой осуществляется сбор, хранение и подготовка добытого сероводорода к последующей комплексной переработке (рис. 5.8).

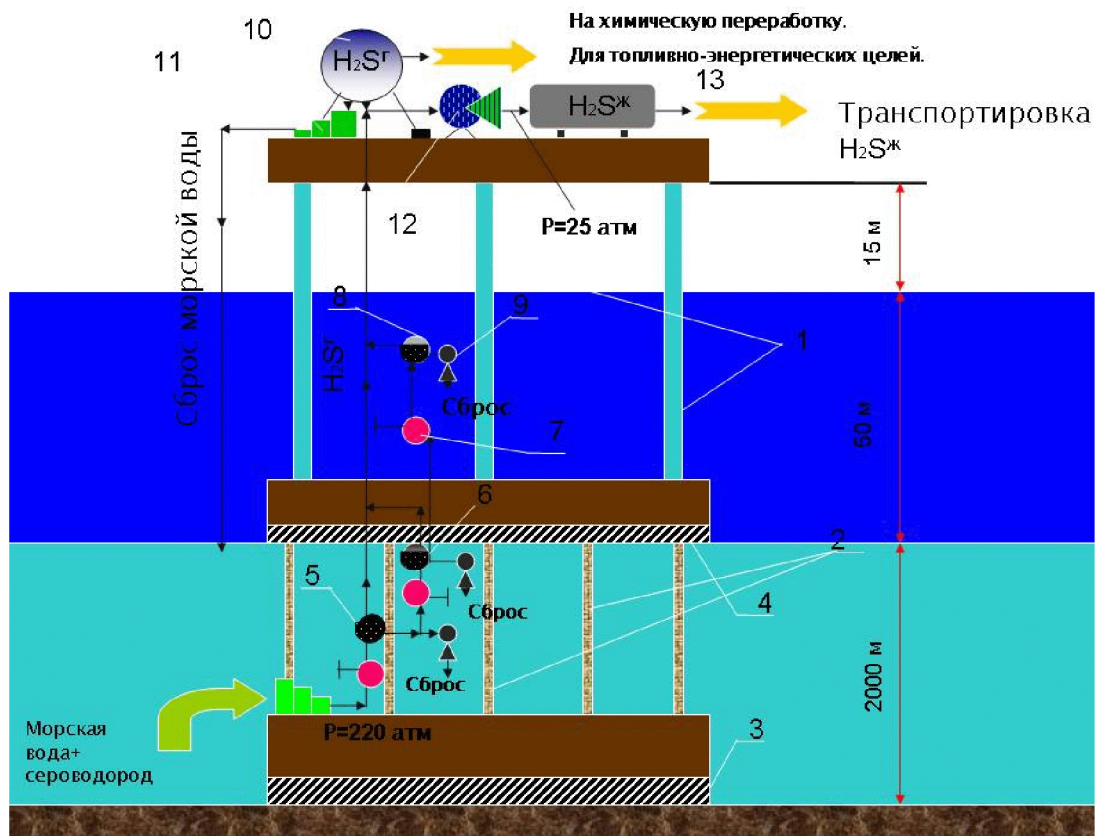
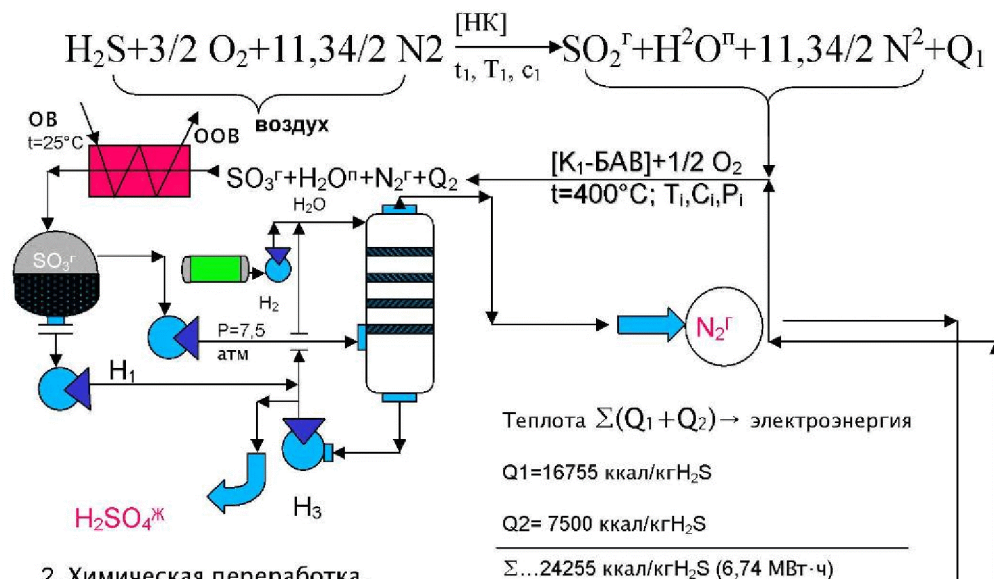


Рисунок 5.8 – Глубинная морская добыча сероводорода [129]

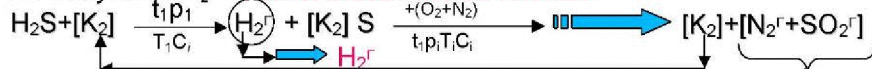
Комплексная переработка сероводорода Черного моря представлена на рисунке 5.9.

1. Выработка теплоты, электроэнергии, серной кислоты:

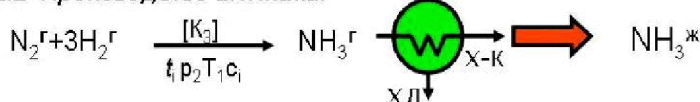


2. Химическая переработка.

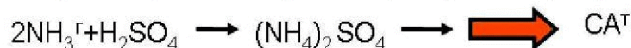
2.1 Получение $\text{H}_2^{\text{г}}$ – экологически чистое топливо



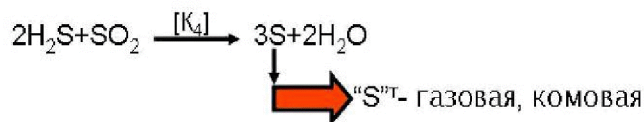
2.2 Производство аммиака:



2.3 Производство минеральных удобрений- сульфат аммония (СА):



2.4 Производство газовой комовой серы:



2.5 Производство гидросульфидов (ГС):

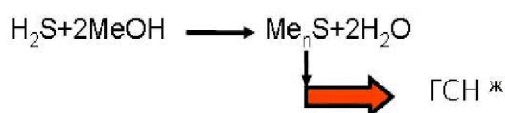


Рисунок 5.9 – Рациональные пути переработки сероводорода, добытого из глубин Черного моря

В результате научно-исследовательских работ, выполненных под руководством профессора Леонова В. Е., предложен способ использования сероводорода в качестве топлива для СЭУ [132].

Способ отличается высокими экономическими показателями, эмиссия вредных токсичных компонентов с отработанными газами в атмосферу полностью отсутствует.

При комплексной добыче и переработки сероводорода Черного моря решаются три основные проблемы:

- снижается потенциальная опасность «прорыва» через толщу морской воды токсичного, взрыво-пожароопасного сероводорода;
- снижается зависимость стран Причерноморья от импорта углеводородных энергоносителей;
- резко снижается социально-экономический и экологический ущерб окружающей, морской среде стран Причерноморья.

Очевидны экономические преимущества использования сероводорода Черного моря в сравнении с традиционными углеводородными энергоносителями – расчётная стоимость 1000 м³ сероводорода составляет 35 долл. США в сравнении с 520 долл. США за 1000 м³ природного газа, т.е. стоимость сероводорода в 15 раз ниже стоимости природного газа и, соответственно, значительно ниже стоимость топлива и химических соединений, полученных из сероводорода.

6 ТРЕНАЖЕРЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПЛАВСОСТАВА МОРСКИХ СУДОВ, СУДОВОДИТЕЛЕЙ

Подготовка современного морского специалиста командного состава на уровне Эксплуатации и Управления в соответствии с требованиями Международной Конвенции ПДМНВ–78/95/2010 [8] и ИМО-модель курса подготовки курсанта (студента) специальности «Судовождение» Образовательно-Квалификационного Уровня «бакалавр», «специалист», «магистр» невозможна без мощной лабораторной базы, тренажерных комплексов, симуляционных систем.

Это отвечает насущным проблемам компетентностного подхода при подготовке судоводителя, в частности, приобретения ими знаний, навыков, умений в процессе изучения специальных дисциплин.

Переход на Европейскую систему образования в рамках Болонского процесса связан с увеличением доли самостоятельной работы курсантов (студентов) при более широком взаимодействии с преподавателем, то есть, с персонализацией образования.

Для наиболее талантливых курсантов в области общепрофессиональных дисциплин может быть предложен индивидуальный проект в области вспомогательных общепрофессиональных дисциплин. Результатом такого проекта может быть адаптивный персонифицированный учебный план, объединяющий в себе потенциал обучаемого курсанта с реальными возможностями ВУЗа морского профиля.

В современных условиях специализация высшего образования имеет перевес над универсальностью. Специализация требует чего-то одного. Довольно сложно быть и прекрасным математиком, химиком, физиком, с одной стороны, и классным судоводителем – с другой. Всегда приходится из чего-то выбирать. А выбор должен быть таким – курсанты (студенты) специальности «Судовождение» должны быть прежде всего профессионалами своего дела.

По твердому убеждению адмирала Макарова С. Й.: «Судовождение это не ремесло, а искусство». Получать углубленные знания, например, по математике совсем не обязательно. Даже может быть излишним, если курсант не собирается работать в области математики. Все хорошо в меру.

Эта мера была учтена при разработке ИМО–модельных курсов, Раздела 2 Международного Кодекса ПДМНВ–78/95 «Требования в отношении капитана и палубной команды», где не содержатся положения о математических знаниях и умениях, то есть в этих документах математика нигде ни разу не упоминается. Знания по математике должны быть предусмотрены курсантами в вопросах компетентности в морской астрономии, картографии, стандартов точности судовождения и других изучаемых специализированных дисциплинах в рамках специальности «Судовождение».

В газете «Зеркало недели Украины» (10.09.2010) в статье «Где ты учился, моряк» морской специалист с большим опытом А. Фока пишет: *«В нашем морском образовании можно выделить несколько ключевых моментов. Поступив в высшее учебное заведение, вчерашний школьник сталкивается с потоком*

общеобразовательных дисциплин. Он совершенно не понимает, для чего ему (будущему судовому специалисту) они нужны... И от возникающего эффекта ненужности, огромного объема сопутствующих знаний возникает отрицание самой системы образования. Кроме того, такие дисциплины, как высшая математика, следует формировать по вертикальному принципу – готовить и читать на каждом курсе те разделы, которые и будут нужны будущему специалисту для усвоения конкретных материалов уже специальных дисциплин».

Невозможно замкнуться в мире абстрактных формул и расчетов, теряя связь с реальным миром, экипажем, судном, морем, безопасностью судовождения, охраной морской, окружающей среды.

6.1 Херсонский Морской Специализированный Тренажерный Центр при Херсонской Государственной Морской Академии

Известен педагогический принцип: ученик запоминает 30 % того материала, который слышит от учителя, 50 % того, что видит и 90 % того, что делает своими руками.

Этот принцип: «делай своими руками» заложен во всей системе тренажерного обучения. На море такое обучение особенно важно, так как «человеческий фактор» присутствует на морских судах во всех процедурах и действиях и оказывает, таким образом, значительное воздействие на безопасность мореплавания. Обеспечение безопасного плавания во многом зависит от квалификации и опыта судового экипажа и членов навигационной вахты. Правильные, четкие, слаженные действия судоводителей и судомехаников являются результатом всей соответствующей подготовки, в том числе и тренажерной. Современные тренажеры имеют возможность предоставлять пользователям тренажера полный набор функций и действий по отработке навыков принятия решения и управления судном.

Международная конвенция по дипломированию моряков и несению вахты ПДМНВ–78/95 с поправками [8, 152] предусматривает ряд обязательных тренажерных подготовок и предъявляет требования, при выполнении которых такая подготовка может считаться соответствующей. Только в этом случае делается ссылка на соответствующее правило или раздел Кодекса ПДМНВ–78/95 при выдаче свидетельства.

В процессе выполнения курсантами упражнений во время тренажерной подготовки выполняются все действия, как на реальном судне. Как следствие, в этом случае результат и эффект от пройденного обучения будет максимальным и долгосрочным.

По итогам выполненных упражнений и итогового упражнения с инструктором принимается решение об успешности прохождения данного курса конкретным слушателем и возможности выдачи сертификата.

Учебно-тренажерный центр – ХМСТЦ ХГМА (Херсонский морской специализированный тренажерный центр при Херсонской Государственной морской академии) создан с целью обучения курсантов академии и специалистов плавсостава флота в условиях, приближенных к реальным, методом тренинга, в соответствии с требованиями Международной конвенции о подготовке и дипломировании моряков и несения вахты ПДМНВ–78 с поправками 1995 года, Международным Кодексом по управлению безопасной эксплуатацией судов и в соответствии с действующими учебными планами и программами.

Слушателями могут быть курсанты выпускных курсов морских академий и колледжей, морских, речных и рыбопромышленных училищ, морские специалисты рядового и командного состава флота, а также береговые специалисты. Кроме того, чтобы поддерживать свою востребованность, моряк должен постоянно совершенствовать свои знания и навыки. Для этого нужно периодически проходить, в том числе тренажёрную подготовку.

Занятия проводит квалифицированный профессорско-преподавательский состав ХМСТЦ ХГМА, имеющий многолетний опыт работы на морских судах в должностях капитанов, старших механиков и лиц командного состава.

Береговой комплекс и судовое оборудование учебно-тренажерного судна в совокупности с высоким профессионализмом преподавания позволяют максимально подготовить моряка к возможным экстремальным ситуациям.

Моряки, прошедшие тренировку и обучение по соответствующему виду деятельности в ХМСТЦ ХГМА могут быть уверены в том, что полученные знания и навыки позволят им благополучно работать по их специальности, выйти из любой экстремальной ситуации на море или оказать помощь терпящим бедствие.

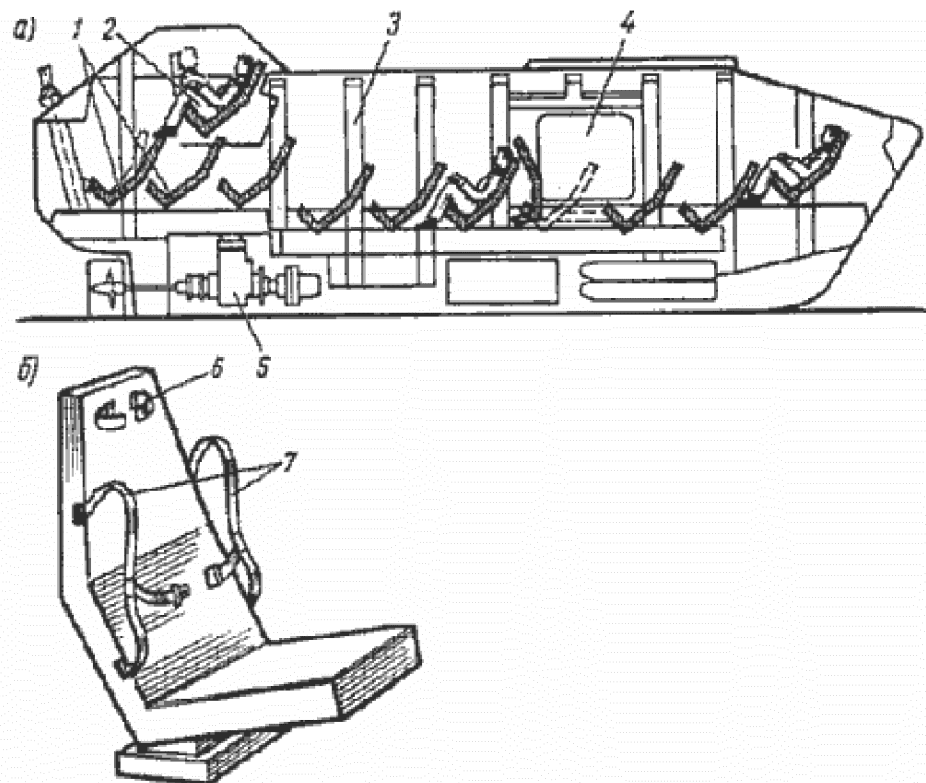
Свою деятельность Центр осуществляет в форме проведения курсов по теоретической и тренажёрной подготовке командного и рядового состава экипажей судов по нескольким направлениям, куда входят, как обязательные направления подготовки моряков, определённые Международным кодексом ПДМНВ–78/95 с учётом «Манильских» поправок 2010 года, так и «неконвенционные» направления подготовки моряков в соответствии с требованиями, предъявляемыми к подготовке моряков отдельными судоходными компаниями, одобренными Инспекцией по вопросам подготовки и дипломирования моряков.

Центр укомплектован современным тренажерным оборудованием, учебными пособиями и материалами в соответствии с рекомендациями ММО и национальными требованиями и работает по следующим основным направлениям.

6.1.1 Тренажерный Комплекс по Спасательным Средствам. Шлюпка свободного падения

Конструкция шлюпочного устройства, в основном используемая на судах в настоящее время, традиционного типа, с бортовым расположением шлюпок, предусматривает наличие спасательных шлюпок, вместимостью равной

количеству экипажа судна (и пассажиров) на каждом борту и должна обеспечивать спуск спасательных шлюпок при крене судна до 20° и дифференте до 10° . В данной конструкции есть серьезные недостатки. Во-первых, наличие двойного количества шлюпок. Во-вторых, даже при указанных величинах крена и дифферента успех спасения экипажа не всегда гарантирован. В последние годы на современных судах стали применять спасательные шлюпки свободного падения, которые обладают рядом преимуществ против существующей конструкции. Шлюпка, вместимостью, равной количеству членов экипажа, устанавливается одна, в кормовой части судна. Корпус шлюпки (рис. 6.1 а), имеет более прочную конструкцию и хорошо обтекаемые плавные обводы, предотвращающие сильный удар при входе шлюпки в воду. Так как при ударе о воду возникают значительные перегрузки, в шлюпке установлены специальные кресла (рис. 6.1 б), имеющие амортизирующие прокладки. Перед сходом шлюпки с ramпы-эллинга все находящиеся в шлюпке люди должны надежно закрепить себя ремнями безопасности с быстросмыкающейся пряжкой и специальным фиксатором головы. Большое значение для безопасного восприятия динамических нагрузок имеет правильное положение тела в кресле, что должно отрабатываться на тренировках – во время учебных шлюпочных тревог.



а – конструкция; б – кресло-амортизатор; 1 – кресла; 2 – положение человека в момент падения; 3 – усиленный набор; 4 – люк для посадки; 5 – двигатель; 6 – фиксатор головы; 7 – ремни безопасности

Рисунок 6.1 – Шлюпка свободного падения

Шлюпки свободного падения гарантируют безопасность людей при расстоянии от посадочной платформы до поверхности воды около 50 м, в зависимости от конструкции и спецификации судна. Еще более надежной считается комбинированная модель шлюпки. В зависимости от условий командир шлюпки может дистанционным пультом задать один из двух вариантов:

- свободное падение (рис. 6.2 а, б) – подается предупредительный сигнал для людей, находящихся в шлюпке, размыкается узел крепления каната, шлюпка соскальзывает с наклонного эллинга и при падении на короткое время погружается в воду («ныряет» под углом к поверхности воды); при этом шлюпка отходит от судна и всплывает в стороне от него;

- при помощи шлюпочного устройства, которое автоматически выполняет все операции по команде с пульта командира шлюпки (рис. 6.2 в, г).

При выходе из строя системы автоматики свободное падение или спуск шлюпки можно осуществить ручным пультом.

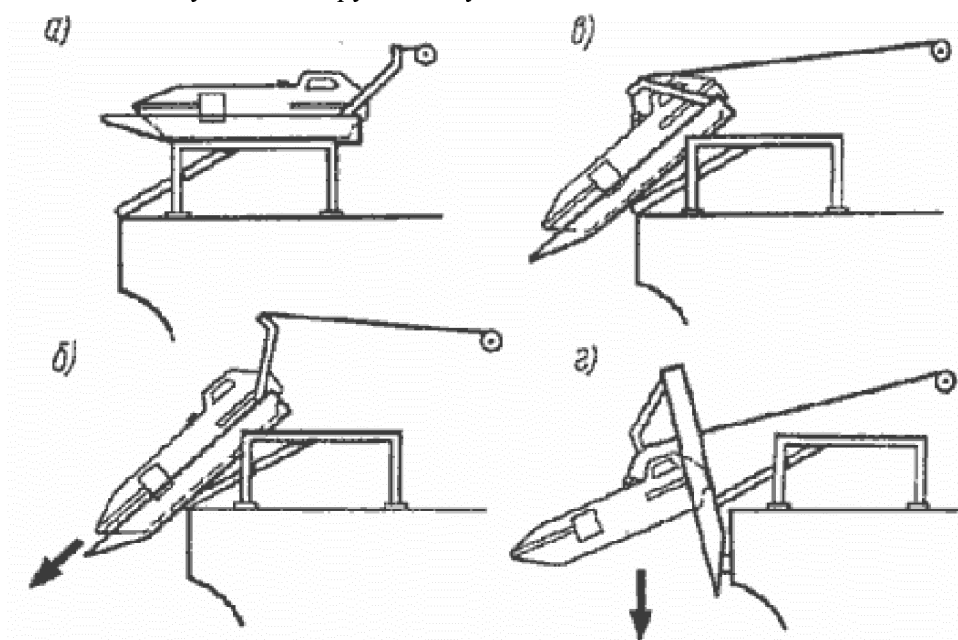


Рисунок 6.2 – Схемы падения шлюпки

Для крупнотоннажных судов разработаны специальные спасательные отсеки (плот-каюты), которые устанавливаются на кормовой платформе и вмещают весь экипаж (до 40 чел.). Отсек может сбрасываться с высоты до 22,5 м, имеет специальные обводы килевой части, демпфирующие удар и уводящие его в сторону от судна. Спасательный отсек имеет надежную противопожарную защиту, автоматическую систему вентиляции и обеспечивает эвакуацию людей с гибнущего судна при любых погодных условиях. Шлюпки свободного падения, на настоящий момент, считаются самым надежным спасательным средством. Каждый член экипажа должен иметь навыки по правильной посадке в кресло и креплению туловища и головы.

Точный действующий аналог шлюпки свободного падения, установлен в 2009 г. на водно-тренажерной базе Херсонской Государственной морской академии. Шлюпка свободного падения рассчитана на 18 посадочных мест. Используется для проведения практических занятий по спасательным средствам, ознакомительному курсу «Шлюпка свободного падения», «Управление шлюпкой свободного падения» согласно требованиям ПДМНВ–78/95 с поправками (рис. 6.3). Во время экстренного использования шлюпки приводится в действие специальный гидравлический рычаг, который сбрасывает шлюпку с места фиксации прямо на воду. После приводнения, шлюпка быстро самовосстанавливается из любого положения. Такие шлюпки отвечают требованиям Международной конвенции по охране человеческой жизни на море. Безопасность людей в момент приводнения обеспечивается, прежде всего, фиксацией в специальных креслах противоударной конструкции. Курсантам и действующим морякам, прошедшим подготовку на данном тренажере выдается сертификат в соответствии с требованиями разделов А-VI/1, А-VI/2 Международного кодекса ПДМНВ–78/95 (рис. 6.4).



Рисунок 6.3 – Шлюпка свободного падения, установленная на водной базе ХГМА



*Рисунок 6.4 – Практические занятия курсантов на шлюпке
свободного падения на водной базе ХГМА*

6.1.2 Тренажерный Комплекс по Обучению Грузовым Операциям с Тяжеловесным Грузом (Heavy lift)

Целью данного вида тренировок является обучение и тренировка отдельных членов судового экипажа, работающих на судах типа «Heavy lift» правильному и безопасному управлению грузовыми операциями с тяжеловесным грузом, включая работу судовых кранов [142, 143, 145–149]. Слаженность, согласованность действий, а также квалификация всех участников погрузочно-разгрузочных операций во многом обеспечивает успех и безопасность всей работы. Наличие на судне кранов соответствующего предназначения является важнейшим достоинством подобного типа судов, обеспечивающим хорошую мобильность тяжелых грузов, независимость от портового кранового хозяйства. Это дает возможность судам, оснащенным подобными кранами посещать порты, недостаточно оборудованные кранами или вовсе их не имеющие. Описываемый тренажерный комплекс оборудован мониторами и системой управления, приближенными к реальным условиям на судах типа «Heavy Lift» и предусматривает комплексную работу всех участников грузовых операций с имитацией

визуального и звукового сопровождения, а также изменения погодных условий в процессе погрузки–выгрузки судна, включая изменение видимости при влиянии атмосферных осадков и туманов (рис. 6.5). Для реализации этой цели в лаборатории оборудованы рабочие места: старшего помощника капитана (руководителя грузовых операций), панель управления балластными операциями, две кабины для работников на кранах, пульт управления и контроля над работой всех участников грузовых операций. Все участники процесса используют связь VHF, подобную связи на судне. Программа, которая обслуживается 19 компьютерами, предполагает возможность двух типов погрузок.

Первый тип – это одиночные грузы, такие как контейнеры, металл в рулонах, металлопрокат. Эта операция проводится одним крановщиком под контролем руководителя курсов. В результате отрабатываются навыки управления манипулятором крана, звуковые команды и команды, которые подаются с берега.

Второй тип тренажерной подготовки более сложный. На нем отрабатывается загрузка крупногабаритных грузов одним и двумя кранами. Суть процесса погрузки состоит в слаженных действиях всех участников: руководителя грузовых операций, оператора балластных операций, двух сотрудников судовых кранов и руководителя курса. Такие грузовые операции являются не только сложными, но и небезопасными, поскольку могут привести к утрате устойчивости судна и, как следствие, к его опрокидыванию. Цель курса заключается в поэтапной отработке грузовых операций: захват груза, его подъем, контроль крена, балластирование судна, загрузка и размещение груза на судне, контроль устойчивости и прочности корпуса судна после окончания грузовых операций. Визуализация курса происходит на двух 57-дюймовых мониторах. Это позволяет руководителю грузовыми операциями полностью контролировать процесс погрузки из любой точки, как с берега, так и с судна (рис. 6.5 б), а оператору балластировки судна следить за креном судна. Кроме того, есть дополнительные мониторы, на которых можно получить нужную информацию. Подготовка работников судовых кранов проводится в кабинах, которые практически точно отображают реальные условия работы. Визуализация «картинки» реализована на семи 46-дюймовых мониторах у каждой кабины (рис. 6.5 а), что обеспечивает обзор из кабины на объект погрузки. Курс подготовки включает теоретическую и практическую части. В теоретической части рассматриваются вопросы техники безопасности, история развития перевозки большегрузных грузов морем. Также внимание уделяется установке кранов для подъема большегрузных объектов, а также правилам их крепления на судах. В практической части тренажерной подготовки отрабатываются навыки работы как на одном кране, так и работа в тандеме. Весь процесс погрузки может быть записан и в дальнейшем детально проанализирован. Вводятся также необходимые данные по состоянию судовых запасов и балласта. Для коррекции крена судна при погрузке–выгрузке используют программу управления балластом «Anti-Heeling System», которая позволяет проводить забор балласта автоматически или управлять процессом вручную. В программу вводят данные о

грузе: вес, моменты, действующие на судно, уровень загрузки судна, допустимый крен. При превышении значения крена судна в пять градусов, превышении или недоборе количества воды в балластные танки забор балласта прекращается. По окончании погрузки–выгрузки судна программа отражает фактическую остойчивость судна. Примерный план обучения представлен в Приложении 1.

После завершения обучения и тренинга курсанты получают сертификат в соответствии с разделом А-1/12 Международного кодекса ПДМНВ–78/95.

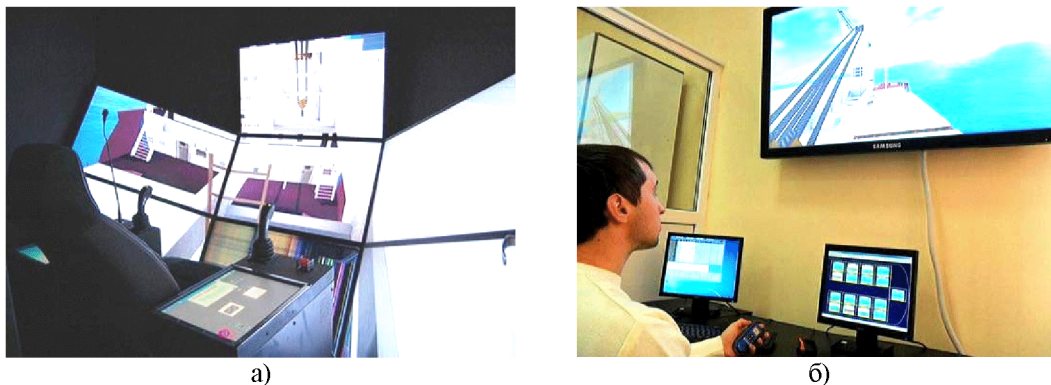


Рисунок 6.5: а) Рабочее место крановщика на тренажере; б) Рабочее место руководителя погрузочно–разгрузочных работ на тренажере

6.1.3 Тренажерный Комплекс по Противопожарной Технике на Судах

Актуальность данного вида обучения вполне очевидна. На море умение экипажа быстро и без потерь локализовать очаг возгорания играет существенную роль. Тем более, что судовой экипаж, остается один на один с аварийной ситуацией. Тренажерный комплекс состоит из пожарного полигона, выполненного в соответствии с Технично-эксплуатационными требованиями Министерства инфраструктуры Украины [151], рекомендациями модельного курса IMO 1.20 (рис. 6.6). Полигон имитирует судовые помещения различного назначения, сконструированные под различные типы судов. Полигон оснащён системами водотушения и пенотушения, аналогичным судовым стационарным системам. Тренажер укомплектован необходимым количеством комплектов экипировки пожарного и используется для подготовки и тренировки моряков в соответствии с требованиями разделов А-VI/1, А-VI/3 Международного кодекса ПДМНВ–78/95 [150]. Тренажер позволяет курсантам приобрести практические навыки по выявлению очага возгорания, эвакуации, оказанию первой медицинской помощи пострадавшим на судне при возникновении пожара. Группе курсантов ставится задача: в задымленном помещении, имитирующем отсек судна, найти манекен человека, эвакуировать его через люк, используя носилки, и оказать первую медицинскую помощь, а именно, провести первичные реанимационные действия – искусственное дыхание и непрямой массаж сердца. Также участники обучения должны отработать и продемонстрировать следующие практические навыки:

- подача сигнала тревоги при обнаружении пожара;
- самоэвакуация с применением дымозащитных колпаков с мест ограниченной из-за задымления видимости;
- эвакуация небольшими группами с применением дымозащитных колпаков из мест с «нулевой» из-за задымления видимостью.

В следующем отсеке курсанты получают практические навыки по использованию огнетушителей порошкового, углекислотного, воздушно-пенного типа для тушения открытого огня горючих различных материалов. Участники тренинга могут также использовать вьюшки пожарных шлангов или пожарные пледы. Курс подготовки «Борьба с пожарами на судах» по расширенной программе согласно требований раздела А6/3 кодекса ПДМНВ–78/95, ММО курса подготовки судоводителей приведен в Приложении 2.



Рисунок 6.6 – Тренажерный полигон для тренировок по тушению пожара

6.1.4 Тренажерный Комплекс по Обучению Курсантов Методам Крепления Контейнеров на Судах

Суда-контейнеровозы специфичны тем, что грузовые операции производятся в ограниченных по времени условиях и крепление контейнеров также должно быть произведено до выхода в море за короткое время.

Данный факт накладывает особую ответственность на экипажи судов и требует высокой квалификации при обработке и креплении контейнеров, как во время грузовых операций, так и в течение морского перехода.

Курс по обучению креплению контейнеров на судне дает знания, понимание и навыки к овладению необходимыми приемами моряками, которые будут участвовать в операции по креплению и раскреплению контейнеров [142]. В состав комплекса входят три 20-ти футовых контейнера со всем необходимым крепежным оборудованием (рис. 6.7).

Программа по обучению креплению контейнеров охватывает лекции и практические занятия по основным положениям надлежащего крепления-раскрепления контейнерных и генеральных грузов, а также процедур, включая практическую подготовку и оценку использования крепежного материала соответствующего контейнера. Данный Курс соответствует требованиям раздела А, глава II, таблица А-II/5 (Содействие в перемещении грузов и запасов) Кодекса ПДМНВ-78/95 с поправками.

В процессе обучения используются следующие методы:

- Лекции.
- Видеофильмы.
- Треннинги.
- Тестирование.
- Практические занятия.

В качестве средств обучения используется следующее оборудование:

- аудитория для чтения лекций;
- мультимедийное оборудование;
- три яруса 20-ти футовых контейнеров;
- крепежный материал и такелажное оборудование;
- крепежные цепи и связующие детали;
- крепежные троса с клипсами.

План обучения по данному комплексу приведен в Приложении 3.

Методы оценки знаний обучаемого применяются как письменные, так и практические основывающиеся на оценке производительности и компетенции стажера во время практических занятий.

По окончании обучения курсант (студент) приобретает следующие навыки:

- идентификация крепежного материала и оборудования для различных типов контейнеров, и практическое использование его в креплении и раскреплении контейнеров и генеральных грузов.
- надлежащий контроль за исправностью контейнерных и генеральных грузов и качеством крепления/раскрепления контейнеров.

Сертификат о прохождении курса выдается каждому участнику, кто успешно завершил программу и прошел аттестацию. Ниже приводится схема различных способов крепления контейнеров (рис. 6.7, 6.8).

CONTAINER SECURING SYSTEM

Lashing System: Typical Lashing Plan on Deck

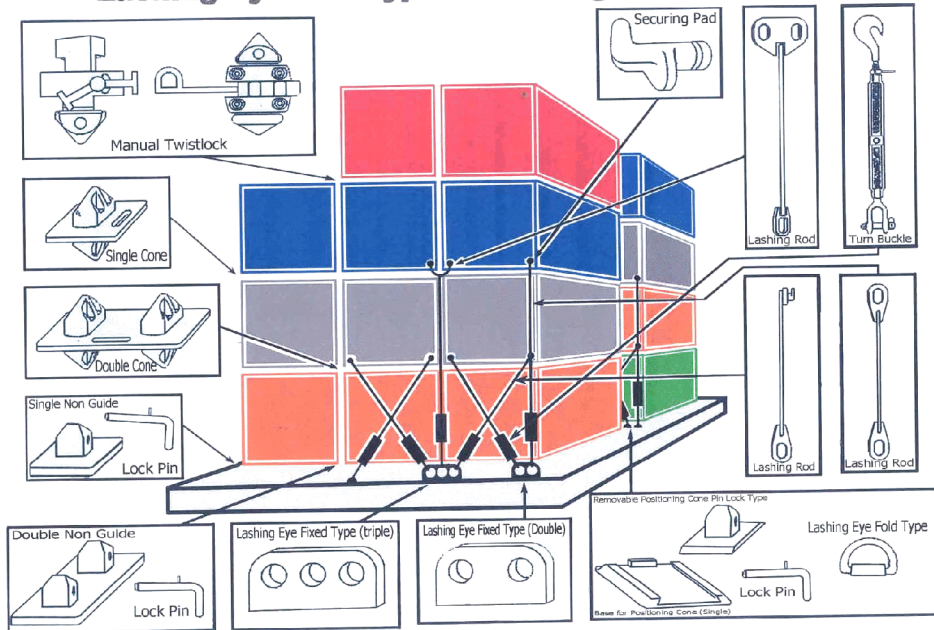


Рисунок 6.7 – Способы крепления контейнеров



Рисунок 6.8 – Тренажерный комплекс для тренировок по креплению контейнеров на базе Херсонской государственной морской академии

6.1.5 Тренажерный Комплекс по Безопасности Человека в Море и Спасению его из Затопленного Вертолета

BOSIET – Basic Offshore Safety Induction & Emergency Response – Основы безопасности в море и тренировки поведения человека в чрезвычайных ситуациях. HUET – Helicopter Underwater Escape Training – Тренировка по эвакуации из затопленного вертолета.

FOET – Further Offshore Emergency Training – Дальнейшая подготовка к реагированию при авариях в море. OPIITO – Offshore Petroleum Industry Training Organisation – Организация по обучению в оффшорной нефтяной отрасли.

Цели BOSIET – ознакомить участников с особенностями системы безопасности и режимами работы оффшорных сооружений и обучить их основным знаниям и навыкам поведения в чрезвычайных ситуациях, могущих возникнуть во время доставки вертолётom на оффшорные сооружения и обратно.

Задачи обучения BOSIET, включая HUET:

а) участники должны уметь давать определение рискам, характерным для оффшорных нефте- и газосооружений, объяснять потенциальные риски, связанные с этими опасностями, и как осуществлять управление с целью устранения или уменьшения рисков;

б) участники должны уметь демонстрировать в учебных ситуациях, что они умеют пользоваться оборудованием для обеспечения безопасности и следовать установленному порядку при подготовке к чрезвычайной ситуации на вертолётe и во время её, уделяя особое внимание аварийной высадке с вертолётa, осуществившего вынужденную посадку на воду;

в) участники должны продемонстрировать, что они умеют эффективно использовать противопожарное оборудование и применять технику личного выживания при плохой видимости, антропогенного и/или природного характера.

Целью FOET является предоставление обучающим возможности практического овладения навыками действий в чрезвычайных ситуациях, которые не отрабатываются во время оффшорных учений и упражнений.

Задачи обучения FOET:

а) участники должны быть в состоянии продемонстрировать, в моделируемой среде, что они могут использовать оборудование для обеспечения безопасности и следовать процедурам при подготовке и во время чрезвычайных ситуаций на вертолётe – особое внимание уделяется эвакуации из вертолётa, совершающего вынужденную посадку на воду;

б) участники должны быть в состоянии продемонстрировать, что они могут эффективно использовать основное оборудование пожаротушения, и применить приемы самостоятельной эвакуации в условиях плохой видимости;

в) участники должны быть в состоянии продемонстрировать, что они могут выполнять основную доврачебную и первую медицинскую помощь.

Обучение действиям в чрезвычайных ситуациях предполагает выполнение заданий, требующих соответствующей физической и психологической подготовки. Все участники практических занятий должны быть пригодны по состоянию здоровья и способны участвовать в тренировках в полном объеме.

Практические занятия разработаны таким образом, чтобы каждый участник индивидуально или в составе группы мог рассмотреть, услышать и выполнить следующее:

1. Эвакуация (на суше) в авиационный спасательный плот на воде от учебного вертолета.

2. Эвакуация из частично затопленного учебного вертолета через выход, который находится под водой и использованием оборудования системы дыхания в чрезвычайной ситуации.

3. Выход из опрокинутого учебного вертолета с использованием спасательного жилета.

4. Эвакуация из учебного вертолета после чрезвычайного приземления на суше.

5. Операция по эвакуации из запасных выходов и окон типа нажать и вытолкнуть, найденных на вертолетах, работающих на расстоянии от берега.

6. Одевание спасательного костюма, авиационного спасательного жилета и оборудования системы дыхания в чрезвычайной ситуации.

7. Применение и использование аварийного дыхательного оборудования во время упражнений в бассейне.

8. Размещение оборудования системы дыхания в чрезвычайной ситуации во время обучения эвакуации и спасения из вертолета.

9. Одевание плавучего спасательного жилета.

10. Использование вертолетных строп для подъема с помощью лебедки к моделируемому спасательному летательному объекту.

11. Подъем на борт пловца из воды члена экипажа.

12. Сбор, подъем на борт и крепление ремнями безопасности членов экипажа закрытой самоходной спасательной капсулы.

13. Надевание капюшона против дыма в задымленных местах.

Тренировочный комплекс устроен следующим образом. Он включает водный бассейн для отработки навыков спасения на воде и спасения из вертолетной кабины, спасательную шлюпку закрытого типа (рис. 6.9). Данный тренажер позволяет курсантам приобрести практические навыки по аварийному покиданию судна или буровой платформы. Данный курс предусматривает отработку практических навыков по покиданию аварийных вертолетов, используя дыхательные аппараты, вертолетные ремни безопасности, авиационные и вертолетные плоты, а также выход из вертолета из-под воды через аварийные выходы (двери и иллюминаторы). Тренажер позволяет моделировать посадку на водную акваторию, погружение вертолета, потерю им устойчивости и переворот кабины на 180° (рис. 6.10). Также есть возможность отрабатывать мокрую посадку (прыжок из вертолета на воду с последующей погрузкой на спасательный плот), сухую посадку (посадка на плот прямо из кабины вертолета), ряд заданий по всплыванию из затопленной кабины вертолета.



Рисунок 6.9 – Демонстрация процедур по программе HUET

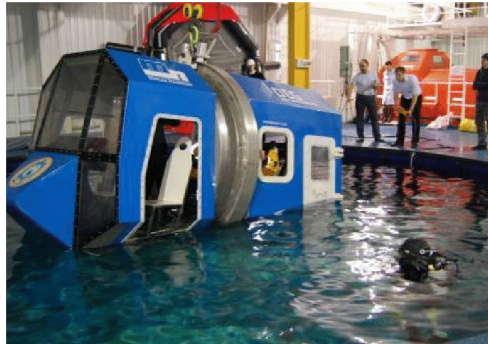


Рисунок 6.10 – Тренировки моряков по программе BOSIET

Перед началом тренинга курсанты экипируются в спасательный вертолетный костюм Nelly Hanson, который объединяет в себе спасательный жилет и дыхательную систему. Упражнения выполняются как с использованием дыхательной системы, так и на задержанном дыхании. Во время проведения тренингов в бассейне находятся два опытных сертифицированных водолаза в полной водолазной экипировке, которая и обеспечивает спасение курсантов в случае возникновения нештатных ситуаций.

К занятиям привлекаются подготовленные инструкторы, которые имеют опыт работы на оффшорных установках и прошли обучение на соответствующих курсах, опытных медицинских работников, подготовленных водолазов.

Все участники процесса обучения, по окончании курса, получают сертификаты установленного образца.

6.1.6 Обучение Курсантов в Кабинетах с Дистанционной Коммуникацией

Кабинеты дистанционного обучения введены в действие в сентябре 2011 г. В каждом из четырех кабинетов установлен полный комплект оборудования, позволяющий проводить занятия в режиме видеоконференций (рис. 6.11). Кроме того, в учебном процессе используются электронные учебные и методические материалы, размещенные на сервере в сети интернет. Доступ к электронным ресурсам возможен благодаря созданной в академии современной беспроводной сети, что предоставляет курсантам и преподавателям академии практически неограниченные возможности. Наличие Wi-Fi связи является обязательным условием в плане объединения образовательных ресурсов с технологиями. Во всех кабинетах установлены проекторы, настенные экраны, усилители звука, точки доступа Wi-Fi и средства видеосвязи.



Рисунок 6.11 – Кабинет дистанционного обучения

Проведение занятий в Wi-Fi – аудиториях позволяет курсантам использовать все необходимые электронные ресурсы, в том числе и электронную библиотеку академии, которая содержит каталог всех имеющихся в библиотеке материалов, а также файлы с текстами лекций и другими материалами по дисциплинам. Преподаватели во время проведения занятий используют видеоматериалы, презентации, а также такую форму проведения занятий как видеоконференции. Это тем более актуально для таких учебных заведений, как Херсонская государственная морская академия, поскольку курсанты значительное время находятся на судах на практике. Видеосвязь создает эффект реального общения и способствует повышению качества обучения. В Wi-Fi – аудиториях проводятся занятия практически по всем дисциплинам, в том числе таким, как «Навигация и лоция», «Современные информационные технологии в судо­вождении», «Английский язык по специальности», для которых используются специальные тренажерные программы.

6.1.7 Комплекс по Изучению и Освоению Электронных Картографических Навигационно-Информационных Систем – ЭКНИС (Electronic Chart Display and Information Systems – ECDIS)

В настоящее время ЭКНИС является юридическим эквивалентом печатным морским навигационным картам и интегрирующим центром навигационного мостика. Поскольку электронные навигационные карты быстро и точно решают штурманские задачи по передвижению и определению местоположения судна они занимают все более прочные позиции в современном судо­вождении. Кроме отображения самой карты, ЭКНИС производит непрерывную навигационную

прокладку пути судна, отображает местоположение и радиолокационные объекты и выдает команды по заранее проложенному маршруту. Особо ценным свойством ЭКНИС является то, что она автоматически предупреждает судоводителя об опасности впереди по курсу судна и вычисляет безопасные сектора следования на основе обработки электронной информации. При этом судоводитель освобождается от многих мелких операций, отвлекающих его от выполнения основной задачи на мостике – наблюдения за окружающей обстановкой, контролем над остальными средствами судовождения, оценкой представляемой информации и принятию решения по управлению судном. ЭКНИС обеспечивает судоводителю более высокий уровень информированности за ситуацией, отображая в реальном времени ее элементы и прогнозируя их перспективу. Ниже указана схема временных этапов требований ММО по оснащению судов электронными картами (рис. 6.12).

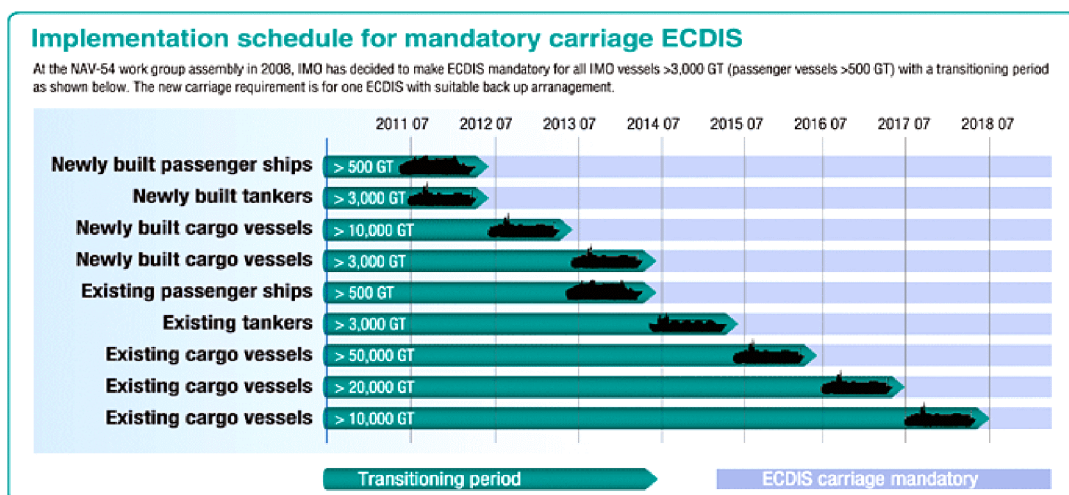


Рисунок 6.12 – Схема временных этапов требований ММО по оснащению судов электронными картами

С учетом развития технологии судовождения и современной навигации замена, в недалеком будущем, печатных карт на электронные – это неизбежный процесс, к которому судоводители должны готовиться заблаговременно и получить своевременно профессиональные знания по эксплуатации данного оборудования [3, 29]. Для этой цели создан и функционирует тренажерный комплекс ЭКНИС в Херсонской государственной морской академии, при выпускающей кафедре «Судовождение, охрана труда и окружающей среды». Тренировка и обучение на данном комплексе предназначены для формирования у судоводителей следующих навыков (рис. 6.13–6.19):

- определение элементов движения судов графическим способом;
- глазомерная оценка радиолокационной обстановки;
- выбор и выполнение маневра для расхождения судов в открытом море и в стесненных условиях с использованием данных от радиолокационной станции;

- использование САРП;
- плавание по фарватерам, оснащенным знаками навигационного ограждения;
- прохождение проливов и районов, наиболее сложных в навигационном отношении.

Тренажерный комплекс состоит из: рабочего места инструктора и от 2 до 32-ух мест оператора. На тренажере моделируется обстановка, создаваемая:

- активными судами (от двух до шести), управляемыми операторами;
- судами-целями (до 20-ти) с независимыми элементами движения, управляемыми программно или инструктором;
- навигационными знаками;
- береговой линией конкретного района плавания, включая проливы, морские и речные акватории;
- ветром и течением;
- помехами радиолокационному наблюдению.

Херсонский Тренажерный Центр на базе Херсонской Государственной Морской Академии предлагает к изучению и освоению Учебные Программы ЭКНИС с выдачей Сертификатов Международного Образца.

По окончании обучения на данном тренажере курсант (студент) получает одобренный сертификат в соответствии с требованиями Кодекса ПДМНВ, раздел А-П/1, таблица А-П/1, раздел А-П/2, таблица А-П/2, раздел А-П/3, таблица А-П/3, сфера компетентности: «Планирование и проведение морского перехода и определение местоположения», «Планирование рейса и судовождение».

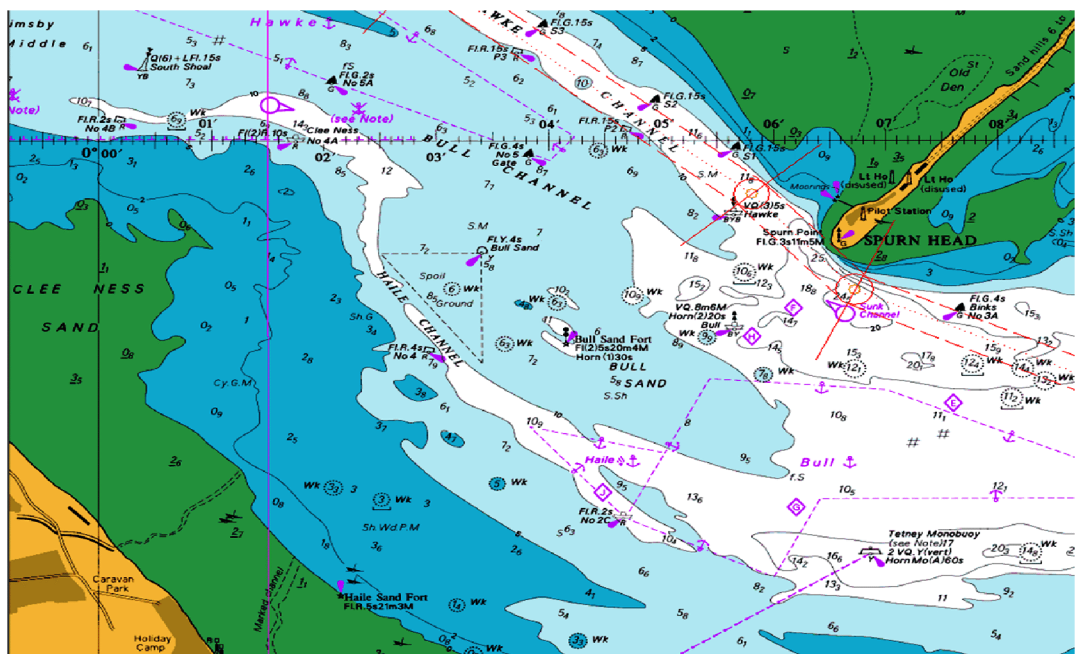


Рисунок 6.13 – Растровая карта

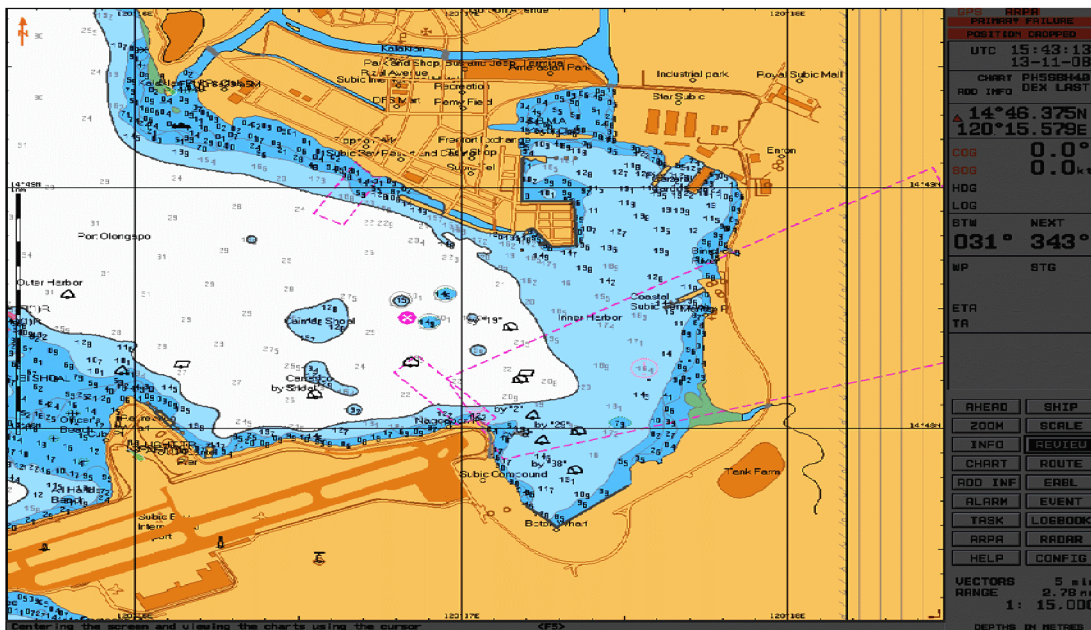


Рисунок 6.14 – Векторная карта



Рисунок 6.15 – Фрагмент тренировки на тренажере



Рисунок 6.16 – Учебный кабинет по изучению ЭКНИС



Рисунок 6.17 – Навигационная прокладка маршрута

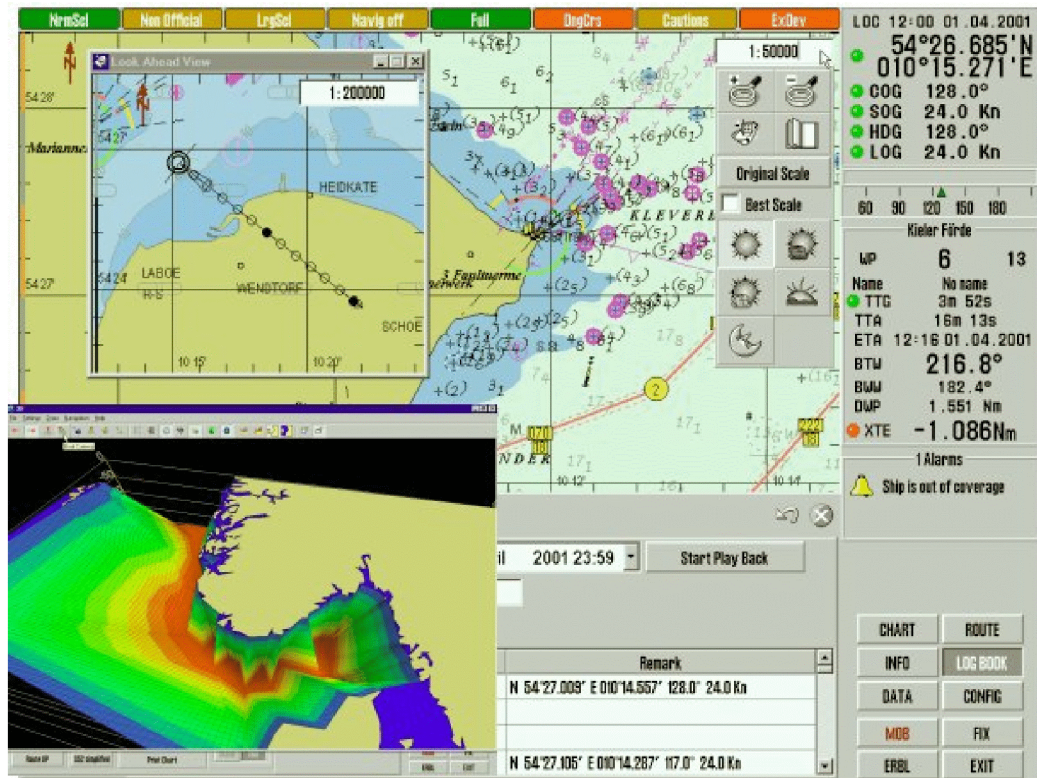


Рисунок 6.18 – ECDIS



Рисунок 6.19 – RLS

ВЫВОДЫ

Таким образом, целесообразно подвести основные итоги по материалам монографии.

В первой главе довольно подробно описана нормативно-правовая база безопасности судоходства, живучести судна, экипажа, защиты морской, окружающей среды.

Во второй главе проанализированы основные причины возникновения рисков в судоходстве и предложены пути их минимизации.

Впервые определена роль компетентного подхода в целостной системе подготовки конкурентоспособных выпускников морских высших учебных заведений.

Предложена технико-экономическая интерпретация допустимого уровня риска в любой отрасли, включая морской транспорт, судоходство. Разработаны конкретные рекомендации по снижению уровня риска в морском судоходстве, безопасности жизнедеятельности экипажа, живучести судна.

В третьей главе приведены интегрированные автоматизированные системы и интеллектуальные методы управления в современном судоходстве.

В результате выполненного анализа сформулированы рекомендации по подготовке современных судоводителей:

1. Разработать автоматизированный тренажерный комплекс для выработки и развития у судоводителей навыков оценки ситуации, возможных ее последствий, запаса времени для принятия решения в критических, аварийных, форсмажорных условиях.

2. Организовать курсы переподготовки судоводителей для обучения навыкам работы в условиях современных автоматизированных комплексов управления с использованием последних достижений информационных технологий.

3. Открыть новую специализацию в рамках специальности «Судоходство» с детальным изучением информационных технологий, направленных на обеспечение безопасности судоходства и обучению навыкам работы с современными интеллектуальными системами управления процессом безопасности судоходства.

В четвертой главе проведен анализ современных информационных технологий по обеспечению безопасности судоходства и комплексного использования Электронной Навигации (E-Navigation):

- * система автоматической радиолокационной прокладки;
- * электронные картографические навигационные информационные системы;
- * интегрированная система ходового мостика;
- * глобальная навигационная спутниковая система;
- * определение места судна с помощью навигационных спутников;
- * точность определения места судна по среднеорбитной ГНСС;
- * система дальней идентификации и слежения за судами.

В пятой главе даны основные направления по повышению эффективности грузоперевозок морским транспортом. Приведена характеристика Резолюции ММО к Международной Конвенции МАРПОЛ 73/78 о поэтапном вводе на морских судах Плана Управления Энергоэффективностью Судна, Конструктивного и Достигнутого Коэффициента Энергетической Эффективности Судна.

Особого внимания с учетом дефицита углеводородного сырья невозобновимого происхождения заслуживает разработка процессов получения альтернативных топлив для судовых энергетических установок, теплоты, электроэнергии, химических и нефтехимических соединений из нетрадиционного сырья.

В шестой главе с целью подготовки плавсостава морских судов, судоводителей, курсантов (студентов) описаны тренажерные комплексы, установленные в Херсонском Морском Специализированном Тренажерном Центре при Херсонской Государственной Морской Академии, включая следующие технические системы:

- * Спасательные средства, шлюпка свободного падения.
- * Грузовые операции с тяжеловесным грузом (Heavy Lift).
- * Средства противопожарной техники на судах.
- * Современные методы крепления контейнеров на судах.
- * Безопасность человека в море и спасение его из затопленного вертолета.
- * Кабинеты с дистанционной коммутацией, классы Wi-Fi.
- * ЭКНИС.

После обучения на указанных тренажерах слушатели получают Сертификаты Международного Образца.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безопасность мореплавания. Морской обзор международной прессы. Владивосток : Морской государственный университет именем адмирала Г. И. Невельского. – 2013. – № 1. – 32 с.
2. Леонов В. Е., Ходаковский В. Ф., Куликова Л. Б. Основы экологии и охрана окружающей среды : Монография / Под редакцией д.т.н., профессора В. Е. Леонова. – Херсон : Издательство Херсонского государственного морского института, 2010. – 352 с. : рос. мовою.
3. Дмитриев В. И., Леонов В. Е., Химич П. Г., Ходаковский В. Ф., Куликова Л. Б. Обеспечение безопасности плавания судов и предотвращение загрязнения окружающей среды : Монография / Под редакцией проф. Дмитриева В. И., проф. Леонова В. Е. – Херсон : Видавничий центр ХДМА, 2012. – 397 с. : рос. мовою.
4. Леонов В. Е., Соляков О. В., Химич П. Г., Ходаковский В. Ф. – Обеспечение экологической безопасности судоходства : Монография / Под редакцией профессора В. Е. Леонова. – Херсон : ХГМА, 2014. – 188 с. : рус. яз.
5. Международная конвенция о грузовой марке 1966 г., измененная : Протоколом 1988 г. к ней (КГМ-66/88) (пересмотренная в 2003 г.) С-Пб : ЦНИИМФ. 2003. – 32 с.
6. Международная конвенция по обмеру судов 1969 года (КОС-69). С-Пб. : ЦНИИМФ. – 2000. – 25 с.
7. Новиков А. И., Ходаковский В. Ф. Международная морская организация и классификационные общества в обеспечении мореплавания. Учебное пособие. – Херсон : Украинский морской институт. Херсонский государственный морской институт. – 2010. – 157 с.
8. Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несения вахты 1978 года (ПДМНВ–78) с поправками (Консолидированный текст). – International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers, 1978 (STCW 1978), as ammended (Consolidated text) : С-Пб : ЗАО «ЦНИИМФ», 2010. – 806 с.
9. MARPOL. Consolidated Edition 2006. Articles, Protokols, Annexes, Unified Interpretation of the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protokol of 1978 relating therefo. London : IMO. 2006. – 488 p.
10. JMDG Code. СКБ 1-01-012. С-Пб : ЦНИИМФ, 2001, vol. 1, – 883 p.
11. JMDG Code. СКБ 1-01-012. С-Пб : ЦНИИМФ, 2001, vol. 2, Book 1. – 466 p.
12. JMDG Code. СКБ 1-01-012. С-Пб.: ЦНИИМФ, 2001, vol. 2, Book 2. – 733 p.
13. Международный кодекс по управлению безопасной эксплуатацией судов и предотвращения загрязнения. МКУБ. С-Пб : ЦНИИМФ. 2010. – 41с.
14. Международное авиационное и морское наставление по поиску и спасанию (ИАМСАР). Книга III «Подвижные средства». С-Пб : ЦНИИМФ. 2010. – 41 с.

15. Леонов В. Е. Санитарная очистка отработанных газов судовых энергетических установок. Науковий вісник ХДМІ : Науковий журнал. – Херсон : ВНЗ «ХДМІ». 2010. – С. 119–123.
16. Международная конвенция по поиску и спасанию на море 1979 года с поправками (SAR-79). С-Пб : ЦНИИМФ, 1998. – 29 с.
17. Дмитриев В. И. Пособие по изучению МППСС–72, ППВВП РФ системы навигационного оборудования МАМС, навигационного оборудования ВВП РФ и МСС – 65. С-Пб : Элмор, 2007 – 184 с.
18. Леонов В. Е., Лошкарёв А. Г. Инновационные решения по проблеме снижения вредного воздействия на морскую среду балластных вод. Матеріали III Міжнародної конференції MINTT–2011. – Херсон : Видавництво ХДМІ, 2011. – Том 2. – С. 257–261.
19. Химич П. Г. Обеспечение экологической безопасности при эксплуатации водного транспорта» : Учебное пособие. – СПб. : СПГУВК, 2009. – 74 с.
20. Леонов В. Є., Гацан О. А., Гацан В. А. Патент України на корисну модель № 49038 «Спосіб зниження вибухопожежонебезпеки на танкері» від 12.04.2010 р. – Бюл. № 7.
21. Колбасов О. С. Международно-правовая охрана окружающей среды. – М. : Международные отношения, 1982. – 240 с.
22. Решняк В. И. Экологическая безопасность при перегрузке нефти и нефтепродуктов в портах. – СПб. : СПГУВК, 2006. – 234 с.
23. Михрин Л. М. Предотвращение загрязнения морской среды с судов и морских сооружений. – СПб. : 2005. – 336 с.
24. Разливы нефти. Проблемы, связанные с ликвидацией последствий разливов нефти в арктических морях. Отчет Всемирного фонда дикой природы (WWF), Осло, Норвегия : WWFO, 2007. – 35 с.
25. Решняк В. И. Предотвращение загрязнения водоема нефтесодержащей подсланевой водой при эксплуатации судов и судовых энергетических установок : Монография. – Спб : СПГУВК, 2011. – 35 с.
26. Аладин Н. В., Плотников И. С., Смуров А. О. Балластная вода – это требующая решения серьезная проблема. Материалы тезисов CLEAN BALTIC SEA SHIPPING Russian Seminar I, 17–18 октября 2012 г. – Мальме Треллеборг, Швеция, 2012. – 202 р.
27. Conference of Parties to the International Conferention on Standards of Training, Certification & Watchkeeping for Seafarers. IMO : STCW/CONF. 2/23 01. Jule 2010. – 77 р.
28. Дмитриев В. И., Григорян В. Л., Катенин В. А. Навигация и лоция. М : ЦКЦ «Академкнига». 2004. – 472 с.
29. Гагарский Д. А. Электронные картографические системы в современном судовождении. С-Пб : ЦНИИМФ. 2007. – 123 с.
30. SOLAS. Consolidated text of the International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974 & its, Protocol of 1988 : articles, annexes & certificates. London : IMO. 2004. – 566 p.

31. Бень А. П., Кулікова Л. Б., Ходаковський В. Ф. та ін. Менеджмент морських ресурсів : Навчальний посібник. – Херсон : ВНЗ «Херсонський державний морський інститут», 2011. – 92 с.
32. Леонов В. Е., Безбах О. Н. Практическое использование систем массового обслуживания для моделирования процессов судовождения 3б. наук. праць V Міжн. Наук-практ. конф. Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті», МІНТТ-2012. – Херсон : Видавництво ХДМІ. – 2013. – Т. 1. – С. 100–103
33. Рысс Ю. Л. Командир корабля. – М. : Воениздат, 1992. – 270 с.
34. Родионов А. И., Сазонов А. Е. Автоматизация судовождения. – М. : Транспорт, 1992. – 192 с.
35. Кремер Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика. – М. : Юнити-Дана, 2004. – 573 с.
36. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. – М. : Academia, 2003. – 572 с.
37. Печинкин А. В., Цветкова Г. М., Тескин О. И. и др. Теория вероятностей. – М. : МГТУ им. Баумана, 2006. – 456 с.
38. Коршунов Д. А., Фосс С. Г. Сборник задач и упражнений по теории вероятностей. – Новосибирск : НГУ, 2003. – 119 с.
39. Бобик О. І., Берегова Г. І., Копитко Б. І. Теорія ймовірностей і математична статистика. – К. : Професіонал, 2007. – 560 с.
40. Макаров С. В. Манильские поправки нас не пугают // Вестник СКФ. – 2012. – № 2. – С. 10–12.
41. Model Course 1.21 Personal Safety & Social Responsibilities Edition London : ИМО. – 2000. – 64 p.
42. Model Course 1.25 General Operator s Certificate for the Global Maritime Distress & Safety System Edition Course + Compendium London : ИМО. – 2004. – 368 p.
43. Рычков В. А. Стихийные бедствия и чрезвычайные ситуации на морском транспорте : Учебное пособие. Изд. 2-е доп. С-Пб : ГМА им. адм. С. О. Макарова, 2008. – 59 с.
44. Рычков В. А. Чрезвычайные ситуации на морском транспорте : Учебное пособие. Изд. 3-е, испр. и доп. С-Пб : ГМА им. адм. С. О. Макарова, 2008. – 63 с.
45. Бродский С. Я., Евстафьев В. А., Кафаров Вяч. В., Четкин В. А. Системный анализ процессов получения синтетических жидких топлив : Монография / Под редакцией докт. техн. наук, проф. В. Е. Леонова. – М. : Химия, 1994. – 272 с.
46. Касапенко, Д. В. Моделирование в экспертном мониторинге надводной обстановки судна [Электронный ресурс] : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.18 / Д. В. Касапенко. – Ульяновск : УлГТУ, 2009. – 185 с. – Режим доступа : \WWW/ URL : <http://www.referun.com/n/modelirovanie-v-ekspertnom-monitoringe-nadvodnoy-obstanovki-sudna/> – 26.08.2013 г.
47. Захаров И. Г. Автоматизированные системы управления техническими средствами [Электронный ресурс] – Режим доступа : \WWW/ URL : <http://topref.ru/referat/68611.html> / – 24.08.2013 г.

48. Скороходов, Д. А. Интеграция систем управления судном [Электронный ресурс] : Институт проблем транспорта Российской Академии наук. – Режим доступа : \www/ URL: <http://grinda.info/control/integr.htm/> – 24.08.2013 г.
49. Харазов В. Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами [Текст] / В. Г. Харазов. – СПб. : Профессия, 2009. – 592 с.
50. Ермолаев Г. Г. Основы морского судовождения [Текст] / Г. Г. Ермолаев, Е. С. Зотеев. – М. : Транспорт, 1988. – 272 с.
51. Морская интегрированная система управления FT NavVision [Электронный ресурс] – Режим доступа : \www/ URL : <http://www.polarmar.ru/products/NavVision/> – 05.08.2013 г.
52. Интегрированные Системы Автоматизации Судов [Электронный ресурс] – Режим доступа : \www/ URL : http://www.stroyenergo-group.ru/produkcija/vniir/sudovye_elektroraspredelitelnye_ustrojstva_i_sistemy_sudovoj_avtomatiki/integrir_ovannye_sistemy_avtomatizacii_sudov/ – 07.07.2013 г.
53. Первая интегрированная судовая система [Электронный ресурс] – Режим доступа : \www/ URL: <http://www.logistic.ru/news/news.php?num=0/09/10/41/152615/> – 15.07.2013 г.
54. Вагущенко Л. Л. Системы автоматического управления движением судна [Текст] / Л. Л. Вагущенко, Н. Н. Цымбал. – 3-е изд., перераб. и доп. – Одесса : Феникс, 2007. – 328 с.
55. Интегрированные мостиковые системы [Электронный ресурс] – Режим доступа : \www/ URL: <http://www.mnsspb.ru/pdf/mostiky.pdf/> – 15.07.2013 г.
56. Назначение интегрированной мостиковой системы (ИМС) [Электронный ресурс] – Режим доступа : \www/ URL: <http://www.mnsspb.ru/> – 15.07.2013 г.
57. Вагущенко Л. Л. Интегрированные системы ходового мостика [Текст] / Л. Л. Вагущенко. – Одесса : Латстар, 2003. – 169 с.
58. Алгоритмы работы и свойства комплексных бесплатформенных систем ориентации и навигации двойного применения [Текст] : реф. докл. на III Санкт-Петербургской междунар. конф. по интегрир. навигац. сист. / – СПб : 1996. – 110 с.
59. Интегрированная навигационная система для подвижных наземных объектов [Текст] : реф. докл. на III Санкт-Петербургской междунар. конф. по интегрир. навигац. сист. / – СПб : 1996. – 75 с.
60. Банк патентов. Новые изобретения российских авторов. Информационный портал российских изобретателей. Интегрированный комплекс для навигации и управления морских судов [Текст] : пат. 2117253 Рос. Федерация : МПК : G01C / Анучин О. Н., Гусинский В. З., Емельянцеv Г. И.; заявитель и патентообладатель Анучин О. Н., Гусинский В. З., Емельянцеv Г. И.; опубли. 10.08.1998 [Электронный ресурс] / – Режим доступа : \www/ URL : <http://bankpatentov.ru/node/170341> – 15.07.2013 г.
61. Емельянцеv Г. И. Интегрированные системы ориентации и навигации для кораблей и морских судов [Текст] / Г. И. Емельянцеv, О. Н. Анучин, В. З. Гусинский // Навигация и гидрография. – 1998. – № 6. – С. 15–19.

62. Емельянцеv Г. И. Об интеграции информационного обеспечения задач навигации, стабилизации и управления движением морских подвижных объектов [Текст] / Г. И. Емельянцеv, О. Н. Анучин // Навигация и гидрография. – 1996. – № 2. – С. 73–76.
63. Пешехонов В. Г. Прогнозные исследования по созданию перспективных высокочувствительных элементов систем управления и навигации на новых физических принципах до 2015 года [Текст] : Техн. отчет о НИР Рысь-АНУ-П/ Академия навигации и управления движением. – СПб., 1997. – 132 с.
64. Анучин О. Н. Интегрированные системы ориентации и навигации для морских подвижных объектов [Текст] : О. Н. Анучин, Г. И. Емельянцеv : Монография / Под общ. ред. чл.-кор. РАН В. Г. Пешехонова. – СПб. : Наука. – 1999. – 357 с.
65. Емельянцеv Г. И. Современные требования и облик навигационного комплекса для боевых надводных кораблей начала XXI века [Текст] / Г. И. Емельянцеv, Э. С. Моисеев, А. Н. Солнцеv // Навигация и гидрография. – 1995. – № 1. – С. 35–39.
66. Василевская А. Г. Судовые системы. Перспективные судовые системы навигации широкого применения [Электронный ресурс] – Режим доступа : \www/ URL: <http://transportinform.com/shipping/236-perspektivnye-sudovye-sistemy-navigacii.html> – 15.07.2013 г.
67. Перспективы перехода ЭКДИС на уровень интегрированных информационных навигационных систем [Электронный ресурс] / Комраков Е. Д., ЗАО «Транзас Консалтинг». – Режим доступа : \www/ URL: <http://transas.ru/about/press/publications> – 15.07.2013 г.
68. Электронно-картографические навигационные информационные системы (ЭКНИС) [Электронный ресурс] – Режим доступа : \www/ URL: http://www.transas.com.ua/component/option,com_mtree/task,viewlink/link_id,32/Itemid,39/ – 15.07.2013 г.
69. Navi-Sailor 3000 [Электронный ресурс] – Режим доступа : \www/ URL : <http://hunt.rin.ru/html/article1142-1.html> – 15.07.2013 г.
70. Гаврилова Т. А. Базы знаний интеллектуальных систем [Текст] : Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. – СПб : Питер, 2000. – 384 с.
71. Системы автоматического управления судовой электроэнергетической системой (СУ СЭС) [Электронный ресурс] / Филиал «Центральный научно-исследовательский институт судовой электротехники и технологии» ФГУП «Крыловский Государственный научный центр». – Режим доступа : \www/ URL: http://www.niiset.ru/products/productions/ Ship_electrik/ – 15.07.2013 г.
72. Транспортная безопасность. Судовая система видеонаблюдения [Электронный ресурс] / ЗАО «Транзас Консалтинг». – Режим доступа : \www/ URL: <http://trancons.ru/products/sudovaya-sistema-videonablyudeniya> – 15.07.2013 г.
73. Системы управления движением судов [Электронный ресурс] – Режим доступа : \www/ URL: <http://seaspirit.ru/morskie-konvencii/morskoe-pravo/sistemy-upravleniya-dvizheniem-sudov.html> – 15.07.2013 г.

74. Системы управления движением судов [Электронный ресурс] / ЗАО «Морские комплексы и системы». – Режим доступа : \www/ URL: <http://www.mkis.su/catalog?gn=10>. – 15.07.2013 г.
75. Минаев, М. И. Повышение эффективности автоматизированных систем управления движением судов на основе модификации функциональных устройств береговых радиотехнических постов [Текст] : дис. ... канд. техн. наук / М. И. Минаев. – СПб., 2005. – 142 с.
76. СУДС производства ЗАО «Транзас Консалтинг» в Керченском проливе присвоена высшая категория [Электронный ресурс] / Союз промышленников и предпринимателей Санкт-Петербурга. – Режим доступа: \www/ URL: <http://www.spp.spb.ru/en/node/1576> – 15.07.2013
77. Обеспечение безопасности судоходства [Электронный ресурс] – Режим доступа : \www/ URL: <http://www.ozakaz.ru/index.php/articles/21122008/264-n2011-03-28-0615>. – 15.07.2013 г.
78. Моисеев А. И. Математическое моделирование размещения береговой системы наблюдения [Текст] : автореф. дис. на соиск. уч. степени канд. техн. наук : А. И. Моисеев. – Ульяновск, УлГТУ 2010. – 21 с.
79. Автоматизированные и информационные системы мониторинга обстановки [Электронный ресурс] / Научно-производственная компания «Фаворит». – Режим доступа : \www/ URL: <http://www.favorit2003.ru/auto-solutions.html> – 15.07.2013 г.
80. Контроль транспорта [Электронный ресурс] / МСС Глонасс. Глонасс / GPS мониторинг. – Режим доступа : \www/ URL: <http://www.profcontrol.ru/uslugi/kontrol-transporta/> – 15.07.2013 г.
81. Система мониторинга движения судов [Электронный ресурс] – Режим доступа : \www/ URL: <http://www.profcontrol.ru/novosti/sistema-monitoringa-dvizhenija-sudov.php> – 15.07.2013 г.
82. «СканЭкс» и ЗАО «Транзас Консалтинг» : информация из космоса интегрирована в системы мониторинга и управления движением судов [Электронный ресурс] – Режим доступа : \www/ URL: <http://www.uagp.net/news/geonews/19517.html> – 15.07.2013 г.
83. Единственная сертифицированная в Украине система мониторинга надводной обстановки [Электронный ресурс] / Компания ЗАО «Транзас Консалтинг» Украина. – Режим доступа : \www/ URL: <http://www.transas.com.ua/content/view/60/52/> – 15.07.2013 г.
84. Автоматизированные системы мониторинга судоходства [Текст] : А. Н. Маринич, И. Г. Проценко, В. Ю. Резников, Ю. М. Устинов, А. Р. Шигабутдинов / под общ. ред. докт. техн. наук, проф. Ю. М. Устинова. – СПб : Судостроение, 2003. – 248 с.
85. Липатова, С. В. Исследование и разработка моделей экспертной системы морского мониторинга [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.18 / С. В. Липатова. – Ульяновск : УлГТУ, 2008. – 25 с.
86. Касапенко Д. В. Моделирование знаний в задаче экспертного мониторинга в условиях предупреждения столкновения судов [Текст] / Д. В. Касапенко // Известия Самарского научного центра РАН. – 2009. –Т. 11, № 3 (2). – С. 398–403.

87. Касапенко Д. В. Экспертные вопросно-ответные среды [Текст] : Д. В. Касапенко, П. И. Соснин / межвуз. сб. науч. тр. «Информационные технологии». – Ульяновск : УлГТУ, 2008. – С. 58–63.
88. Соснин П. И. Принятие решений в экспертных вопросно-ответных средах [Текст] / П. И. Соснин, Д. В. Касапенко // Труды Международной конференции «Интеллектуальные системы». – М. : Физматлит, 2008. – С. 248–255.
89. Касапенко Д. В. Вопросно-ответный экспертный мониторинг ближней надводной обстановки судна [Текст] / Д. В. Касапенко // Научно-технический журнал «Автоматизация процессов управления». – 2008. – № 4 (14). – С. 53–57.
90. Касапенко Д. В. Прогнозирование и оценивание в задаче агентного моделирования окружающей обстановки морского судна [Текст] : Д. В. Касапенко / сб. науч. тр. «Информатика, моделирование, автоматизация проектирования». – Ульяновск : УлГТУ, 2009. – С. 126–132.
91. Соснин П. И. Вопросно-ответный подход к задачам принятия решений [Текст] / П. И. Соснин, Д. В. Касапенко, Э. Д. Павлыгин // Научно-технический журнал «Автоматизация процессов управления». – 2008. – № 2 (12). – С. 25–33.
92. Интеллектуальные информационные системы [Электронный ресурс] – Режим доступа : \www/ URL: <http://www.refsru.com/download-3803.html> – 15.07.2013 г. – Загл. с экрана.
93. Кохно А. Г. Многокритериальная параметрическая оптимизация судовых автоматизированных систем [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.13.06 / А. Г. Кохно; Санкт-Петербургский Государственный университет водных коммуникаций. – С-Пб, 2012. – 26 с.
94. Царевский А. В. Сопряжение с внешними абонентами в корабельных специальных системах управления (КССУ) [Текст] / А. В. Царевский // М. : Автоматизация процессов управления. – 2006. – № 1 (7). – С. 3–9.
95. Перспективы использования нейронечетких и гибридных технологий в системах управления движением морских судов [Текст] / С. А. Подпорин, А. М. Олейников // [Электронный ресурс] / XIV Международная научно-техническая конференция «Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика». – Режим доступа : \www/ URL: <http://www.masters.donntu.edu.ua/2010/fknt/prosyanko/library/find.htm> – 15.07.2013 г.
96. Богданов В. И. Синтез нейросетевых синергетических систем управления судном [Текст] : Монография / В. И. Богданов, Я. Л. Виткалов, С. А. Подпорин. – М. – С-Пб. – Владивосток–Севастополь : Питер, 2006. – 204 с.
97. Омату С. Нейроуправление и его приложения [Текст] : Омату С., Халид М., Юсуф Р. – М. : «Радиотехника», 2000. – 272 с.
98. Использование нечеткой логики для повышения качества управления судном на курсе [Текст] : В. И. Богданов, С. А. Подпорин / сб. науч. тр. / СВМИ им. П. С. Нахимова. – Севастополь, 2005. – Вып. 2 (8). – С. 89–97.

99. Богданов В. И. Синергетический подход к задаче оптимизации качества управления судном на курсе [Текст] / В. И. Богданов, С. А. Подпорин, А. С. Потапов // Проблемы и методы разработки и эксплуатации вооружения и военной техники ВМФ. – Владивосток : ТОВМИ. – 2006. – Вып. 57. – С. 29–34.
100. Методы робастного, нейронечеткого и адаптивного управления [Текст] : учеб. для вузов / под ред. Н. Д. Егупова. – 2-е изд. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. – 743 с.
101. Котов А. А. Нетрадиционный путь формирования уравнений движения судна [Текст] / А. А. Котов, М. Н. Красносельский // Вестник МГТУ. М : МГТУ им. Н. Э. Баумана – 2006. – Т. 9. – № 2. – С. 253–259.
102. Маттис А. В. Моделирование и оптимизация систем управления движением морских подвижных комплексов [Текст] : автореф. дис. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук : 05.13.18 / А. В. Маттис. – Ульяновск : УлГТУ, 2010. – 24 с.
103. Современные проблемы создания и эксплуатации радиотехнических систем. Программный комплекс для моделирования движения управляемых МПО. [Текст] : Труды VI Всероссийской науч.-практ. конф. : Ульяновск : УлГТУ, 2009. – 157 с.
104. Пелевин А. В. Обработка навигационной информации и синтез адаптивного закона управления морским судном при стабилизации на траектории [Текст] : автореф. дис. на соиск.уч. степ. д-ра техн. наук : 05.13.01 / А. В. Пелевин. – С-Пб : Госуд. университет водных коммуникаций 2001. – 205 с.
105. Юдин Ю. И. Проблема синтеза моделей механизма предвидения для экспертных систем, обеспечивающих безопасную эксплуатацию судна [Текст] : автореф. дис. на соиск.уч. степ. д-ра техн. наук : 05.22.19 / Ю. И. Юдин. – Мурманск, ГТУ 2007. – 229 с.
106. Меньшиков В. И. Минимизация навигационных рисков в эргатической системе «интегрированная система мостика – судоводитель» [Текст] / В. И. Меньшиков, В. А. Чкония // Вестник МГТУ. – 2002. – Т. 5. – № 2. – С. 183–186
107. Резолюция ИМО MSC.64(67) от 5 декабря 1996 года. – М. : Транспорт, 1997. – 237 с.
108. Чкония В. А. Оптимальное использование пространства знаний в интеллектуальных системах судовождения [Текст] : автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук : 05.22.19 / В. А. Чкония. – Мурманский государственный технический университет. – Мурманск, 2004. – 23 с.
109. Дмитриев В. И. Информационные технологии обеспечения безопасности судоходства и их комплексное использование (E-Navigathion). – М. : МОРКНИГА, 2013. – 176 с.
110. Дмитриев В. И., Феофанов В. И. Современные навигационные системы и безопасность судовождения : Учеб. пособие для вузов. – М. : «Моркнига», 2009. – 200 с.

111. Дмитриев В. И., Латухов С. В. Обеспечение безопасности морского судоходства : Учебное пособие. – СПб. : СПГУВК, 2004. – 122 с.
112. Дмитриев В. И. Обеспечение безопасности плавания : Учеб. пособие для вузов водного транспорта. – М. : ИКЦ «Академкнига», 2005. – 374 с.
113. Дмитриев В. И. Судовождение на уровне управления. – СПб. : СПГУВК, 2007. – 157 с.
114. Катенин В. А., Дмитриев В. И. Навигационное обеспечение судовождения. – М. : ИКЦ «Академкнига», 2007. – 350 с.
115. Справочник капитана / В. И. Дмитриев, В. Л. Григорян, Г. Г. Козик, С. В. Никитин, В. А. Рассукованый, Л. С. Фадеев, Ю. В. Цитрик / под общей ред. КДП В. И. Дмитриева. – СПб. : «Элмор», 2009. – 215 с.
116. Model Course 7.04 Officer in charge of an engineering watch London : IMO – 1999. – 282 p.
117. Model Course 1.08 Radar, Arpa, Bridge teamwork and search and rescue London : IMO – 1999. – 48 p.
118. Model Course 1.22 Ship simulator and bridge teamwork London : IMO – 2002. – 16 p.
119. Model Course 1.08 Operational use of electronic chart display and information system (ECDIS) London : IMO – 2012. – 108 p.
120. <http://maritime-one.com/articles/vliyanie%20sudohodstva%20na%20izmenenie%20klimata/> Влияние судоходства на изменение климата.
121. <http://elengineerblog.blogspot.com/> БЛОГ ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА (Electrical Engineer's blog).
122. Перспективы перехода ЭКДИС на уровень интегрированных информационных навигационных систем. Е. Комраков, ЗАО «Транзас Консалтинг», 2013. – 51 с.
123. <http://maritime-zone.com/articles/sistemy%20raspoznvaniya%20ais/>. Системы распознавания AIS.
124. Резолюция МЕРС. 213(63). Руководство 2012 года по разработке плана управления энергоэффективностью судна (ПУЭС). London : Комитет по защите Морской Среды ММО. 2012. – 14 с.
125. Леонов В. Е., Чабан В. А. Охрана труда экипажа судна при выполнении штатного рейса. Науковий вісник ХДМІ : Науковий журнал. – Херсон : Видавництво ВНЗ «ХДМІ». – 2011. – № 2 (5). – С. 116–120.
126. Леонов В. Е. Альтернативные топлива для судовых энергетических установок (СЭУ). Збірка наук. праць наук-практич. конф. «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті», МІНТТ-2013. – Херсон : Видавництво ХДМА. – 2013. – Т. 2. – С. 196–200.
127. Леонов В. Е. Энергетическая стабильность стран Причерноморья. Материалы VI Международной конференции «Стратегия качества в промышленности и образовании». Варна, Болгария. – 2010. – С. 308–311.
128. Леонов В. Е., Гацан Е. А. Рациональное использование морского сероводорода для топливно-энергетических целей и химического синтеза. Науковий Вісник ХДМІ : Науковий журнал. – Херсон : Видавництво ХДМІ. – 2010. – № 1 (2). – С. 142–148.

129. Леонов В. Є., Гацан В. А., Гацан О. А. Патент України на винахід № 92422 «Плавучий комплекс для глибоководного видобутку сірководню із морської води і спосіб запуску плавучого комплексу». Патент України на винахід, від 25.10.2010.
130. Леонов В. Е., Сомиков А. П., Близниченко С. К., Шпак В. А. Патент Украины UA(19) «Способ очистки отходящих газов, содержащих сероводород, с получением гидросульфида натрия». 24.11.1997.
131. Леонов В. Є., Гацан В. А., Гацан О. А. Патент Украины (19) України № 49642 от 11.05.2010 (Бюл. 9, 2010) «Спосіб отримання гідросульфиду натрія з суміші газів, що містить сірководень».
132. Леонов В. Є. Патент на корисну модель «Спосіб переробки сірководню на паливо для суднових енергетичних установок». Патент України на корисну модель № 66509, від 10.01.2012, Опубл. 10.01.2012. – Бюл. № 1
133. Леонов В. Є., Шерстюк В. Г., Бень А. П. Патент України на корисну модель № 32822, «Спосіб утилізації теплоти відпрацьованих газів суднових енергетичних установок». 26.05.2008.
134. Леонов В. Е., Рублёв И. И. Исследование и разработка стойких экологически безопасных покрытий корпусов судов Сб. докл. Межд. научно-практич. конф. «Фундаментальные и прикладные науки сегодня». Fundamental and applied sciences today/ Create Space/ North Charle-Stone, SC, USA 29406: spc/ Academic. 2013. – Vol. 2. – P. 197–199
135. Леонов В. Є., Бень А. П. «Патент України» (19) на корисну модель № 53121, «Пристрій для отримання інертного газу». 27.09.2010. – Бюл. № 18.
136. Kashtalyan P. V. – magistr, Leonov V. Ye. – Scietific supervisor-professor-Design of Ship Energy Efficiency Management Plan for M / V «NHL Hamburg». Матеріали III Всеукр. студ. наук. конф. «Сучасні проблеми морського транспорту та безпека мореплавства». – Херсон : Видавництво ХДМА. – 2013. – 56–59 р.
137. Леонов В. Е., Толчинский Д. А. Использование современных электронно-картографических и навигационно-информационных систем для обеспечения уровня компетентности, знаний и умений курсантов морского профиля. IX International Conference «Strategy of Quality in Industry& Education». International Scicntific Journal Acta Universitatis Pontica Euxinus, Special Number. Варна, Болгария: Технический Университет. – 2013. – Том III. – С. 492–494.
138. Пивоваров Л. А. Разработка плана управления энергоэффективностью судна (ПУЭС) для танкеров. Збірка матер. конф у двох томах Міжн. Наук. практ. конф. «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті», МІНТТ. – 2013. – Херсон : Видавництво ХДМА. – 2013. – Т. 1. – С. 73–77.
139. Леонов В. Є., Гацан В. А., Гацан О. А. Патент на корисну модель «Спосіб видобутку вуглеводневих газів з твердих газогідратів в донних відкладах морів і океанів» Патент України на корисну модель № 57831, від 10.03.2011. – Опубл. 10.03.2011. – Бюл. № 5.

140. Леонов В. С., Ермоленко Я. В. Патент України на корисну модель № 85579 «Спосіб знешкодження баластних вод». – Опубліковано 25 листопада 2013 року. – Бюл. № 5.
141. Makarchyk D. V. – magistr, Leonov V. Ye – Profesor scientific supervisor – Passage Planning of M / V «RIJN Trader» for Providing Safety of Navigation from «Houston» to «Port Kelang» using ECDIS. Матеріали III Всеукр. студ. наук. конф. «Сучасні проблеми морського транспорту та безпека мореплавства». – Херсон : Видавництво ХДМА, 2013. – Р. 119–123.
142. Murdock E. A. Master’s Guide to Container Securing Standard. (1st ed.). UK : Taylor & Co. Ltd. 2012. – 27 с.
143. International Maritime Organization (IMO) (2011) International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for seafarers (STCW), as amended (3rd Ed.) UK: CPI Books, Ltd.
144. Лобастов В. М. Электронные картографические системы в судовождении : Учебное пособие. – Владивосток : Мор. гос. ун-т, 2009. – 166 с.
145. Heavy lift course framework. Rev.01, 2012
146. http://www.roxby-media.com/baltic/market_heavylift_competition_intensifies.php
147. www.samsonrope.com
148. <http://wapedia.mobi/en/Heavy>
149. www.kma.ks.ua
150. Международный кодекс по системам противопожарной безопасности (Резолюция MSC 98/73). С-Пб: ЗАО «ЦНИИМФ». – 2001. – 45 с.
151. Правила пожарной безопасности на морских судах Украины. Приказ № 159 от 24.02.2007.
152. Международная Конвенция о Подготовке и Дипломировании Моряков и Несении Вахты (включает Манильские Поправки 2010 года). London : IMO CPI Book* s Limited. Reading RG 1, 8 EX. 2013. – 413 p.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А – Учебный План по Обучению курсантов работе с тяжеловесным и негабаритным грузом

Количество часов			
Лекций	Практическая (тренажерная) подготовка	Экзамен	Всего часов
8	15	1	24

День первый. Теория
1 История флота
1.1 Введение в курс. История развития судов для перевозки негабаритных грузов. Объяснение почему суда для перевозки негабаритных грузов были введены в судоходстве. Определить роль этих судов в морской отрасли.
1.2 Ознакомление участников со случаем на судне «Джамбо Челленджер». Предоставить информацию и обсудить, как произошел этот инцидент. Проанализировать причины инцидента и предоставить указания, как можно предотвратить подобное в будущем.
2 Основные меры безопасности при выполнении работ с негабаритными грузами
2.1 Объяснение и понимание общих мер при работе с негабаритными грузами. Приведение примеров что можно, и что нельзя делать во время этих работ. Объяснение преимуществ и недостатков понтона для повышения остойчивости. Описание кривой плеч восстанавливающего момента с понтоном остойчивости. Объяснение, когда правила грузовой линии не действительны, и когда осадка судна может превышать максимально допустимое значение.
3 Практическое занятие №1. Розмещение груза
3.1 Предоставить состояние судна и рейсовое задание, размеры груза. Пригласить участников предоставить результаты.
3.2 Практика по программе «СОЛАС» для расчетов остойчивости судна. Выполнение расчетов остойчивости судна, допустимых нагрузок. Убедитесь в том, что погрузка негабаритным грузом можно сделать с этими данными.
4 Планирование работы с негабаритным грузом
4.1 Понимание принципа и сути предварительного планирования. Определение информации, необходимой для того, чтобы разработать план для безопасной работы по подъему и размещению негабаритного груза на судне. Описание деятельности предварительного планирования.
4.2 Представить план загрузки негабаритного груза на судно. Подготовить план загрузки и предоставить необходимую информацию и условия безопасной загрузки.
5 План подготовки к подъему
5.1 Понять факты и принципы, касающиеся подъемного оборудования, которое используется на судах для перевозки сверхтяжелых грузов. Определить различное оборудование для подъема сверхтяжелых грузов. Привести примеры оборудования для подъема сверхтяжелых грузов. Объяснить, когда различное подъемное оборудование используется на судах этого типа.
6 Работа с кранами
6.1 Понимание различных типов операций с кранами на судах для перевозки негабаритных грузов. Описание различия между каждым операциями на кранах. Объяснение применения следующих операций на кранах: <ul style="list-style-type: none"> • работа одним краном; • работа одновременно двумя кранами; • одновременная работа двух судов.

6.2 Команды используемые при операциях с негабаритными грузами. Привести примеры команд используемых при этих операций.
7 Брифинги перед началом работ
7.1 Понимание целей начальных брифингов. Объяснение важности проведения брифингов. Схема вопросов для обсуждения на брифинге.
7.2 Понимание и применение надлежащей процедуры при загрузке негабаритных грузов. Примеры что можно, и что нельзя делать при загрузке негабаритных грузов.
7.3 Понимание и применение надлежащей процедуры при выгрузке. Примеры что можно, и что нельзя делать при выгрузке негабаритных грузов.
7.4 Ознакомление участников со случаем на судне «СТЕЛЛАМАР». Предоставить информацию и обсудить, как произошел этот инцидент. Проанализировать с участниками причины инцидента и предоставить указания, как инцидент может быть исключен в будущем.
8 Практическое занятие №2. Брифинг
8.1 Понимание важности брифинга до начала операций с негабаритными грузами. Работа со списком оборудования для подъема и мероприятия при этих работах. Подбор оборудования для подъема определенных грузов.
9 Работа симулятора
9.1 Ознакомление с работой симулятора. Использование симулятора во время занятий.
10 Принципы и стандартные процедуры с негабаритными грузами
10.1 Применение принципов и стандартные процедуры работы с негабаритными грузами (загрузки и выгрузки). Продемонстрировать надлежащее общение с помощью стандартных команд оператора крана. Продемонстрировать операцию с негабаритным грузом при наличии крена судна не более 3° на оба борта. Продемонстрировать безопасную операцию подъема в целом.
День второй. Работа на тренажере
11 Погрузка–выгрузка локомотива
11.1 Загрузка одним краном. Объяснение участникам принципа упражнения. Провести короткий брифинг по сценарию и начальным условиям. Следить за симуляцией и отметить все моменты, которые нуждаются в корректировке.
11.2 Выгрузка одним краном. Проследить за процессом на тренажере и отметить все моменты, которые нуждаются в корректировке. Провести де-брифинг и обсудить основные операции.
12 Погрузка и выгрузка тяжеловесного рулона
12.1 Загрузка двумя кранами. Объяснить участникам принцип упражнения. Проследить за процессом на тренажере и отметить все моменты, которые нуждаются в корректировке. Провести де-брифинг и обсудить основные операции
12.2 Выгрузка двумя кранами. Объяснить участникам принцип упражнения. Проследить за процессом на тренажере и отметить все моменты, которые нуждаются в корректировке. Провести де-брифинг и обсудить основные операции
День третий. Теория
13 Крепление груза
13.1 Понимание факторов, влияющих на крепление груза.
13.2 Объяснение трех источников внешних сил, действующих на груз во время рейса.
13.3 Объяснение обстоятельства при которых возникают силы, смещающие груз.
13.4 Определение случаев, которых следует избегать при планировании необходимого крепления.
14 Оборудование для крепления груза.
14.1 Пояснить и описать виды оборудования.
14.2 Объяснение трех допустимых вариантов крепления троса для закрепления грузов: Тип А, Тип В, Тип С
14.3 Объяснение понятия «La Paloma». Недостатки метода.
14.4 Описание различных методов крепления, а также терминов: BL, MSL, CL, их параметры.

14.5 Описание вопросов, на которые необходимо ответить при оценке крепежного оборудования.
14.6 Объяснение «Первого правила» для закрепления негабаритного груза.
14.7 Определить и объяснить различные методы расчета закрепления негабаритного груза.
15. Практическое занятие №3. Расчет крепления
15.1 Продемонстрировать расчет крепления для данного негабаритного груза, предоставить результат о состоянии судна.
15.2 »Visual Cargo Care» ознакомление с программой.
15.3 Продемонстрировать расчет крепления для данного груза, предоставить результаты о состоянии судна используя компьютерную программу «VCC».
15.4 Объяснение факторов, которые необходимо учитывать при погрузке экстраординарных грузов.
День третий. Моделирование
16 Погрузка и выгрузка котла
16.1 Загрузка двумя кранами. Объяснить участникам принцип работы. Провести короткий брифинг по сценарию и начальным условиям. Следить за симуляцией и отметить все моменты, которые нуждаются в корректировке. Провести де-брифинг.
16.2 Выгрузка двумя кранами. Объяснить участникам принцип работы. Провести короткий брифинг по сценарию и начальным условиям. Следить за симуляцией и отметить все моменты, которые нуждаются в корректировке. Провести де-брифинг.

Приложение Б – Курс подготовки «Борьба с пожарами на судах по расширенной программе согласно требований раздела АVI/3 Кодекса ПДМНВ, ИМО – модель курса подготовки Судоводителей»

Знание, понимание и умение	Лекции	Практические занятия	Всего
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Введение. Чрезвычайные ситуации на судне и степень их опасности. Анализ борьбы с пожарами на судах	0,75	-	0,75
1. Теоретические основы горения	3,0	-	3,0
1.1. Молекулярно-кинетическая теория горения	0,5	-	0,5
1.2. Вещества, тушащие огонь, граничные условия прекращения горения	0,75	-	0,75
1.3. Классификация взрывопожароопасных веществ и степень их опасности	0,75	-	0,75
1.4. Газообмен при пожаре, плоскость равных давлений	0,5	-	0,5
1.5. Опасные факторы пожара	0,5	-	0,5
2. Управление борьбой с пожаром	8,0	5,0	13,0
2.1. Главные цели и задачи борьбы с пожаром	0,75	-	0,75
2.2. Общая организация и обязанности командного состава по борьбе с пожарами на судне	0,75	-	0,75
2.3. Организация связи и управления борьбой с пожарами на судне. Взаимодействие с берегом	0,75	0,5	1,25
2.4. Тактика борьбы с пожаром на судне	0,75	-	0,75
2.5. Организация разведки пожара и действия по спасанию людей	0,75	1,0	1,75
2.6. Выбор и расчет сил и средств борьбы с пожаром. Атака на пожар	0,75	2,0	2,75
2.7. Оказание помощи судну в борьбе с пожаром. Взаимодействие сил	1,0	0,75	1,75
2.8. Особенности судовых пожаров, выбор метода и способа тушения	1,5	-	1,5
2.9. Оперативные планы борьбы с пожарами на судне	1,0	0,75	1,75
3. Подготовка аварийной партии	2,5	2,0	4,5
3.1. Методика проведения учебных тревог и отработки их экипажем	1,0	0,75	1,75
3.2. Назначение и состав аварийной партии, взаимодействие сил при борьбе с пожаром	0,75	0,75	1,5
3.3. Меры безопасности при борьбе с пожаром на судне	0,75	0,5	1,25
4. Инспекция судна и обслуживание систем пожаротушения	5,25	2	7,25
4.1. Организация контроля за пожарной безопасностью судна	0,75	0,5	1,25
4.2. Судовые системы пожаротушения, контроль за состоянием и техническое обслуживание	1,5	0,5	2,0
4.3. Автоматические системы обнаружения пожара, контроль за состоянием и обслуживание	1,0	1	2,0

Продолжение

4.4. Снаряжение пожарного, индивидуальные средства защиты	1,0	0,5	1,5
4.5. Перевозки взрывоопасных грузов, организация и контроль	1,0	-	1,0
5. Расследование причин пожара и документальное оформление случаев пожаров	2,5	1,0	3,5
5.1. Методика проведения расследования пожара на судне	1,5	0,5	2,0
5.2. Документальное оформление случаев пожаров	1,0	0,5	1,5
Экзамен	4,0	-	4,0
Всего	26,0	10,0	36,0

Приложение В – Учебный план по обучению курсантов методам крепления контейнеров

Структурное описание занятий по креплению контейнеров

Aims	The course aims to provide knowledge, understanding and skills for proficiency to every seafarer who will be involved in the lashing and unlashng operations of containers.
Scope	The Container Lashing Training program covers lectures and practical training on the basic principles of proper container and general cargo lashing/unlashng procedures including practical training as well as assessment utilizing containers and its corresponding lashing gears. The course meets the requirements of Section A, Chapter II, Table A-II/5 (Contribute to the Handling of Cargo and Stores) of the Seafarers Training, Certification and Watchkeeping (STCW) Code, as amended.
Learning Objectives	After the training, the participant shall be able to : <ul style="list-style-type: none"> • identify the different lashing gear and equipment utilized in lashing and unlashng of containers and general cargoes. • demonstrate proper container and general cargo lashing and unlashng operations.
Entry Standards	All seafarers who will be involved in container and general cargo lashing and unlashng operations.
Duration	16 hours (2 days).
Course Certificate	A Certificate of Completion shall be issued to each participant who successfully completes the requirements of the course. For KSMA cadet training, no certificate is issued.
Course Intake Limitations	Maximum of 16 participants.
Faculty Requirements (Instructor(s))	a) Must be an experienced Deck Officer or an experienced Bosun b) Must be a KMSTC-certified instructor
Faculty Requirements (Assessor)	a) Must be an experienced Deck Officer or an experienced Bosun b) Must be a MTC-certified instructor and assessor
Teaching Method/s	<ul style="list-style-type: none"> • Lectures • Demonstration • Practical exercises
Teaching Facilities and Equipment	<ul style="list-style-type: none"> • Classroom for lecturing • Multi-media equipment • 3 tiers of 20-footer containers • Lashing gear and equipment • Lashing straps with ratchet handles • Lashing chains and load binders • Lashing wires with wire clips

Teaching aids	A1 : CD «Containerization» A2 : Handouts A3 : Instructor’s Guide/Lesson Plan A4 : PowerPoint Presentations A5 : Seagull CBT No. 45 «Container Lashing» A6 : Stowage Plan (Bay Plan)/
Assessment Method/s	1. Written assessment. 2. Practical assessment. a) The written assessment consists of identification, essay type questions, problem solving and case analysis. b) Practical assessment ratings shall be based on the trainee performance during the practical competency exercises compared against pre-defined variables and industry criteria for trainee evaluation in the Practical Assessment Monitoring Checklist. Each performance criterion is allocated with a corresponding percentage weight.
Assessment Area	<ul style="list-style-type: none"> • Classroom • Container yard.
Passing Mark	a) The candidate shall have to score a minimum of 70% in each of the written assessment and in the practical assessments to pass the course. b) The overall weight of the written assessment is 40%. The overall weight of the practical assessment is 60%. The candidate shall obtain an overall aggregate score of 70% to pass the course. c) If the examinee fails to meet the required passing mark, the KMSTC Assessment Policy will be applied.
Reference(s)	R1 : Murdlock, E. (2006). <i>A Master’s Guide to Container Securing Standard</i> . (1 st ed.). UK: Taylor and co. Ltd. R2 : International Maritime Organization (IMO) (2011) <i>International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for seafarers (STCW), as amended (3rd Ed.)</i> UK: CPI Books, Ltd. R3 : IMO No. 9337224. <i>MV BBC Rosario</i> . N.B. SF. 0078 Taizhou Sanfu Shipyard, China. R4 : Maritime Coastguard Agency. (MCA). (2010). <i>Code for Safe Working Practices for Merchant Seamen</i> . U.K.: The Stationery Office Ltd. R5 : International mariner’s Management Association of Japan (IMMAJ). (2008). <i>The Best Seamanship. A Guide to Deck Skills</i> . Japan: Senpakuinsatu co., Ltd.
Bibliography	
Textbook/s	T1 : Murdoch, E., Tozer, D. (2012). <i>A Master’s Guide to Container Securing</i> . U.K.: Charles Taylor & Co. Limited.

Тематика занятий

Course Title:		Container Lashing Training						
Course Code:		KMSTC – 07						
No	TOPICS	Duration in Hours						
		Lecture	Laboratory	Practical	Simulator	Workshop	CBT	TOTAL
1	Regulatory requirements	0.25						0.25
2	Safe working practices	0.50						0.50
3	Container types and dimensions	1.00						1.00
4	Parts of a container	0.50						0.50
5	Vessel cell numbering	1.25						1.25
6	Common lashing equipment	1.25						1.25
7	Lashing systems	1.00		1.00				2.00
8	General cargo lashing systems	0.50						0.50
9	Maintenance of lashing gear	0.25						0.25
SUB –TOTAL		6.50		1.00				7.50
Introduction								0.10
Summary								0.40
Assessments (Pre-Course, Quiz(zes), and Final)								7.25
Course Evaluation								0.25
De-briefing								0.50
GRAND TOTAL		ours (2 days)						

Программа занятий по креплению контейнеров

Course Code:		KMSTC – 08	
Learning Objectives		References	
At the end of the training, the participant shall be able to:			
Know the regulatory requirements relating to container lashing		R2	
state the STCW Chapter II, Table A-II/5			
state that it is an industry requirement			
state that it is in accordance with Code of Safe Working Practices		R4	
Understand the safe working practices during lashing and unlashng of containers (0.50 hour)			
explain the importance of safety precautions in container lashing			
explain the danger of insufficient strength of corner post			
distinguish appropriate PPE's			
discuss how to the safety belt/harness			
demonstrate how to report and name the container damage			
describe the serial number of the container			
state the proper use of extension ladder in lashing container			
Know the different types and dimensions of containers (1.0 hour)		A2:CD2	
enumerate the different types of containers			
discuss the different sizes of containers			
explain the types of containers:			

3.3.1 standard and General purpose container	
3.3.2 half height container	
3.3.3 flatrack container	
3.3.4 flatforms container	
3.3.5 open top container	
3.3.6 open side container	
3.3.7 bulk container	
3.3.8 tank container	
3.3.9 refrigerated/insulated / integral containers	
3.3.10 fan container	
identify the high cubes container	
explain how to report the name of the container damage	
explain the dimension of the GP container	
4. Identify the different parts of a container (0.5 hour)	A2:CD2
4.1 label the parts of containers	
4.2 state the importance of:	
4.2.1 corner casting	
4.2.2 corner post	
4.2.3 door handles	
4.2.4 sealing gasket	
4.2.5 front top rail container	
4.2.6 rear container	
4.2.7 roof panel	
5. Understand the vessel cell numbering (1.25 hours)	A2:CD2
5.1 explain the bays, rows and tiers	
5.2 explain how to locate the serial number of the container by using "bay, row and tier" sequence.	
5.3 discuss how the bays are numbered lengthwise from bow to astern with odd numbers for "20" footer containers	
5.4 discuss how the bays are numbered lengthwise from bow to astern with odd numbers for "40" footer containers	
5.5 discuss how the rows are numbered from the center line with "odd" numbers to starboard	
5.6 discuss how the rows are numbered from the center line with "even" numbers to port side	
5.7 state the container stowed on the center line is marked with "00"	
5.8 discuss how the tiers are numbered from bottom to the top indicated with the code "0" followed by an "even" number sequence vertically upward.	
5.9 discuss how the tiers are numbered on deck stowage is indicated by code "8" followed by an "even" number sequence	
5.10 state that in case of half heights the bottom ones are to be numbered by an odd number	
5.11 compare the bay, row and tier	
5.12 explain how containers should be stowed	
5.13 discuss how they should be stuffed and sealed	
5.14 discuss how they should be stuffed and sealed	

5.15 interpret the markings of different types of containers	
5.16 describe the over length container	
6. Explain the common lashing equipment (1.25 hours)	A2:CD2, R1
6.1 identify appropriate lashing equipment for containers	
6.2 demonstrate the correct handling of different lashing equipment	
6.3 explain the use of different lashing equipment:	
6.3.1 manual and semi automatic twist lock	
6.3.2 bottom twist lock longitudinal and transversal direction	
6.3.3 double and single stacking cone	
6.3.4 midlock stacker	
6.3.5 knob type lashing bar (long and short)	
6.3.6 bridge fitting	
6.3.7 knob type / extension hook	
6.3.8 lockable stacking cone	
6.3.9 single non-guide cone	
6.3.10 dovetail foundation	
6.3.11 raised socket foundation	
6.3.12 D-ring and lashing plate (single and double)	
6.3.13 knob type turnbuckle and hook and jaw	
6.3.14 eye type lashing bar	
7. Demonstrate lashing systems (2.00 hours)	R1, A8
7.1 demonstrate how to lash the containers properly by tiers, bays and rows.	
7.2 demonstrate the typical arrangement for containers carried on deck	
7.3 differentiate between advantages and disadvantages of the lashing bridge	
7.4 explain why the bottom tier containers must be properly rested on the stacking device	
7.5 explain the importance of frequently checking all lashing gears during lashing operations	
7.6 explain the proper handling of the containers	
7.7 apply the appropriate lashing gears	
7.8 demonstrate how to close semi automatic twistlock	
7.9 demonstrate how to close manual twistlock	
7.10 identify the use of midblock stacker	
7.11 differentiate between the right-handed and left-handed twistlocks (bottom and manual)	
7.12 illustrate how to connect the turn buckle to lashing bar	
7.13 employ the bridge fitting in two adjacent containers either longitudinal or transversal direction	
7.14 illustrate the correct handling of long lashing bar in lashing operations	
7.15 demonstrate the application of knob type	
7.16 explain the importance of lashing bridge	
7.17 explain the importance of cell guide	
7.18 discuss the application of parallel lashing and wind lashing	
7.19 describe the parts of fixed fittings of the lashing components	
7.20 describe the parts of loose fittings of the lashing components	
7.21 demonstrate how to use the actuator pole or operating rod	
7.22 state the disadvantage of using manual twistlock in left and right hand closed	

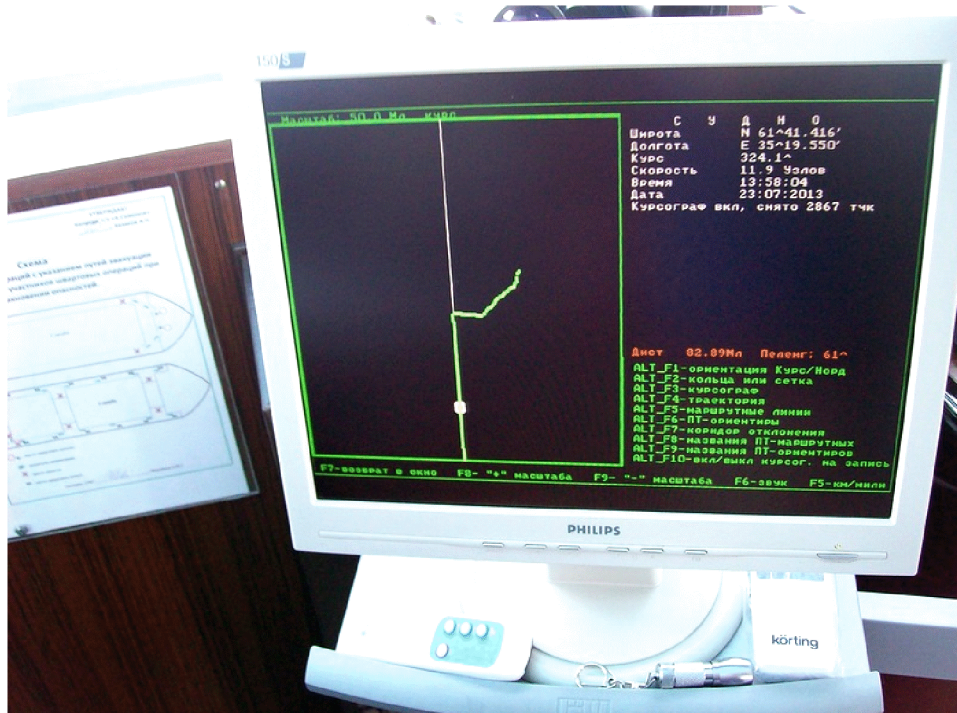
Продолжение

7.23 explain the purpose of extension hook and extension piece of knob type	
7.24 compare the hook and jaw turnbuckle and knob type turnbuckle	
7.25 explain the importance of manual closing and semi automatic twistlock	
7.26 illustrate how to connect the two containers using bridge fittings	
7.27 demonstrate the uses of spanners with the turnbuckle	
7.28 inspect all container lashings if they are well fitted	
8. Understand the general cargo lashing systems (0.5 hour)	R1, A8
8.1 State the difference between container and general cargo vessel	
8.2 describe the different lashing equipment for general cargo vessels	
8.3 discuss the securing system for the general cargo vessel	
8.4 identify the conventional wire lashing	
8.5 explain when to apply wire lashing to a cargo	
8.6 explain how to secure by wire lashing	
8.7 discuss when to apply dunnage and wedge	
9. Explain the maintenance of lashing gear (0.25 hour)	R1, A8
9.1 explain why grease is important in lashing gears	
9.2 explain the proper use of twist lock and lashing gears	
discuss the proper maintenance of lashing gears	

Оценочная спецификация занятий

Course Title:	Container Lashing					
Course Code:	KMSTC – 08					
No.	Topics:	Weightage %				Total (%)
		K	U	A	I	
1.	Regulatory requirements	3				3
2.	Safe working practices	3	4			7
3.	Container types and dimensions	2	11			13
4.	Parts of a container	7				7
5.	Vessel cell numbering	2	13	1		16
6.	Common lashing equipment	1	14	1		16
7.	Lashing systems	2	7	16	3	28
8.	General cargo lashing systems	3	4			7
9.	Maintenance of lashing gear		3			3
TOTAL %		23	56	18	3	100
<p>Note: 1 K = Knowledge, U=Understanding, A=Application, I= Integration (Analysis, Synthesis and Evaluation)</p> <p>Note: 2 Weightage = $\frac{\text{Module training hours in Course Outline}}{\text{Sub-Total training hours}} \times 100\%$</p>						

Приложение Г – Тренажерная подготовка по обучению и освоению курсантами (студентами) Электронной Картографической Навигационной Информационной системы



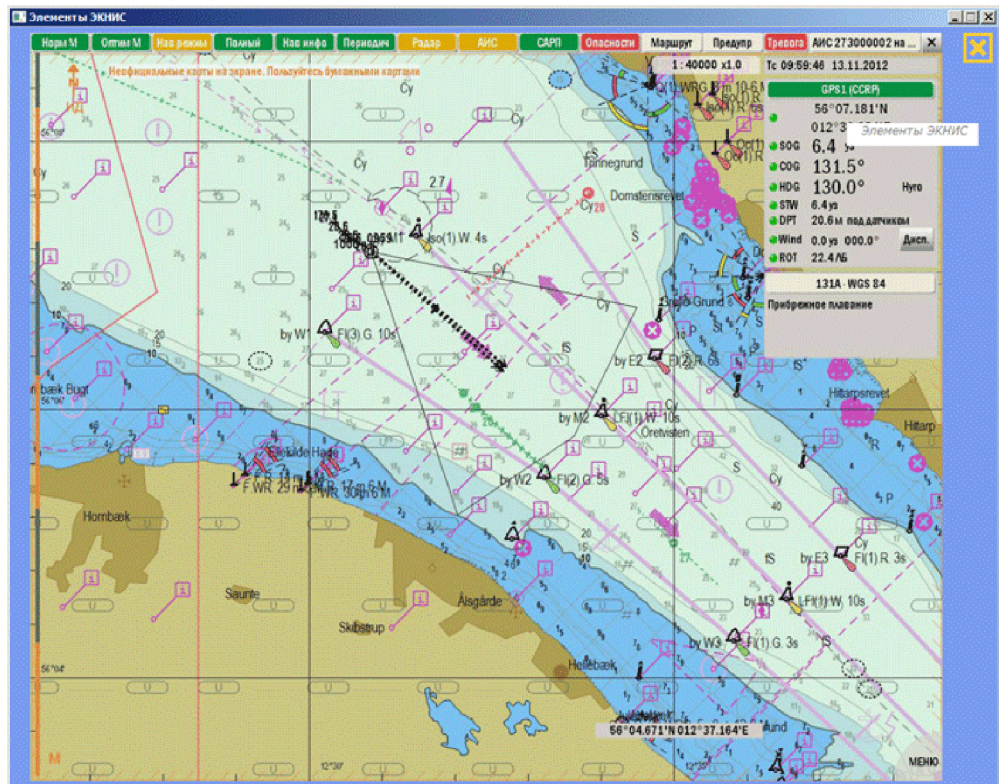
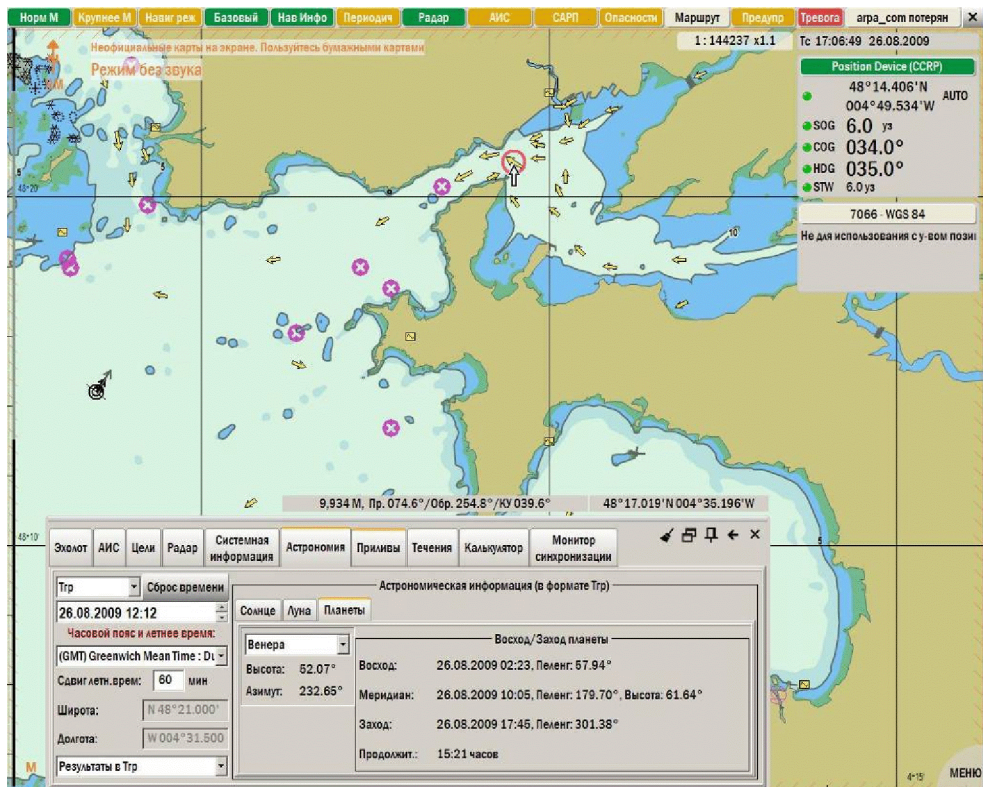


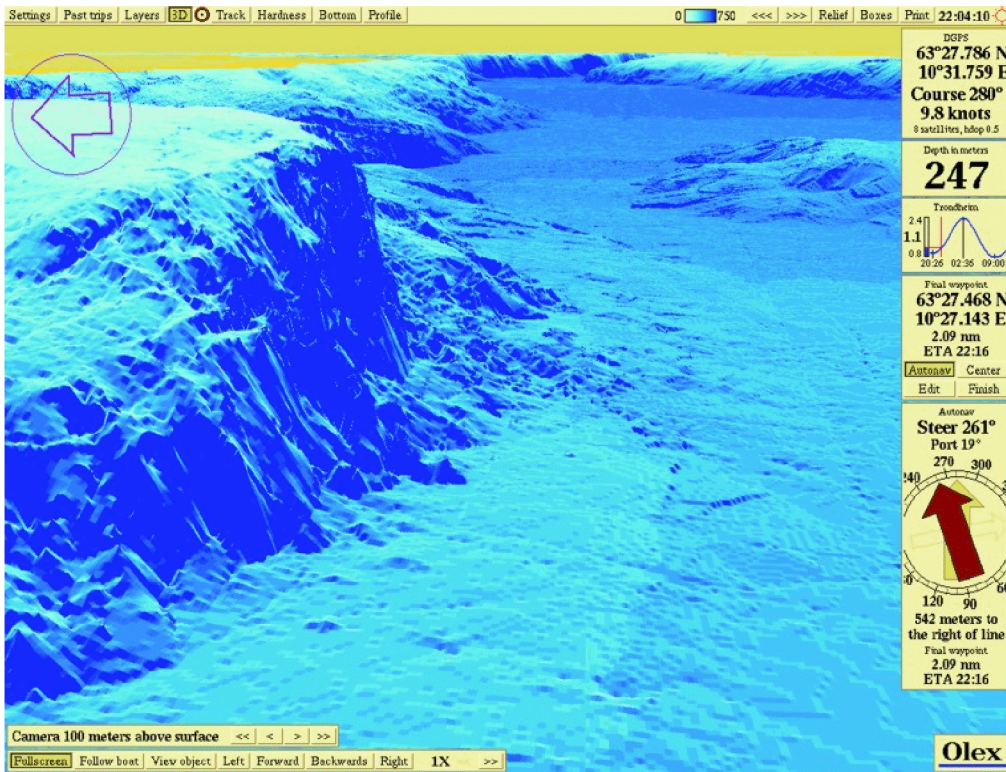
Status bar



InstantAccess bar









ЛЕОНОВ
Валерий Евгеньевич

Доктор технических наук, профессор, действительный член Международной академии «Экоэнергетика», академик Академии наук технологической кибернетики Украины.

Заведующий кафедрой «Судовождение, охрана труда и окружающей среды» Херсонской государственной морской академии. Автор 325 научно-технических публикаций, в том числе 25 учебников, учебных пособий, монографий, 65 патентов, авторских свидетельств, 45 выступлений на Международных конгрессах, симпозиумах, конференциях. Является научным руководителем научной школы «Экотехнологии и ресурсосбережение». Под его руководством защищено 10 кандидатских диссертаций.

Область научных интересов – ресурсосберегающие технологии, защита морской и окружающей среды, утилизация теплоты отработанных газов судовых энергетических установок (ОГ СЭУ), разработка катализаторов очистки ОГ СЭУ, сорбентов для поглощения углеводородов, безопасность судовождения, профессиональная подготовка судоводителей.

Под его руководством проводятся исследования по добыче и переработке глубинного сероводорода Черного моря в экологически чистое топливо – водород, минеральные удобрения, продукты нефтехимического синтеза и энергоносители. Процессы защищены патентами.

Является председателем Научного Совета Херсонской областной организации Всеукраинской экологической лиги.

Возглавляет секцию Научного Совета при Председателе Херсонского Областного Совета «Промышленность, альтернативные источники энергии и трансфер технологий».





ДМИТРИЕВ
Владимир Иванович

Кандидат технических наук, доктор философии в области технических наук, профессор, заведующий кафедрой Судовождения Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова, профессор Международной Славянской Академии науки, культуры, образования и искусств, академик Нью-Йоркской академии наук и Российской академии транспорта, действительный член Института навигации (США), почётный работник речного флота РФ, капитан дальнего плавания.

Область деятельности – навигация, безопасность плавания судов, международно-правовые вопросы торгового мореплавания, профессиональная подготовка.

БЕЗБАХ
Олег Михайлович



Работает старшим преподавателем кафедры судовождения, охраны труда и окружающей среды Херсонской государственной морской академии. Принимает активное участие в международных научно-практических конференциях, из которых можно отметить: «Проблемы и перспективы инновационного развития водного транспорта» (на базе Новосибирской государственной академии водного транспорта, РФ); «Современные информационные и инновационные технологии на транспорте» (на базе Херсонской государственной морской академии, Украина).

Область научных интересов: использование информационных технологий и математических моделей для моделирования типичных процессов в судовождении; современное эффективное морское образование.



ГУРОВ
Анатолий Андреевич

Выпускник Одесского высшего инженерного училища им. Ленинского комсомола 1971 г. по специальности: «Судовождение на морских путях», квалификация – инженер-судоводитель.

Морской практический стаж – 38 лет. Работал на крупнотоннажных судах в Новороссийском морском пароходстве. Много лет работал капитаном на танкерах Сингапурской компании «Ocean Tankers». По завершению морской карьеры работал капитаном-наставником, аудитором СУБ судоходных компаний, назначенным лицом компании.

Доцент кафедры Судовождения, охраны труда и окружающей среды, капитан дальнего плавания.

Работая в морской академии, занимается научной деятельностью. Изданы ряд публикаций по судовождению и морскому делу. Участвует в научных конференциях по безопасности мореплавания. Является рецензентом трудов по морской тематике.



СЫС
Вячеслав Борисович

Доктор технических наук, профессор кафедры «Судовождение, охрана труда и окружающей среды» Херсонской государственной морской академии, профессор кафедры «Техническая кибернетика» Херсонского национального технического университета. Автор более 100 научных публикаций, в том числе монографии, 4 авторских свидетельства, 16 патентов на изобретения, свыше 20 выступлений на конференциях различного уровня.

Область научных интересов – моделирование объектов и систем автоматизации, комплексная разработка ресурсосберегающих технологий и современных систем автоматизированного управления.



ХОДАКОВСКИЙ
Владимир Федорович

Профессор, ректор Херсонской государственной морской академии, академик Международной академии холода, председатель постоянной комиссии Херсонского областного совета по вопросам науки, образования, культуры, молодежи и спорта, Заслуженный работник народного образования Украины (1999 г.), Почётный работник морского и речного транспорта Украины (2002 г.).

Научные интересы и исследования посвящены актуальным проблемам истории и современного развития морского образования Украины, исследованию роли Международной морской организации (ИМО) и Классификационных обществ в решении одной из важнейших проблем освоения Мирового океана – обеспечении безопасности человека на море.

В. Ф. Ходаковский является автором и соавтором ряда монографий и учебных пособий, среди них: «Історія морської освіти України» (Херсон, 2007), «Філософія українського державотворення (політичний аналіз новітньої історії)» (Херсон, 2007), «Морской англо-русский иллюстративно-информационный словарь» (Херсон, 2008), «ИМО и Классификационные общества в обеспечении безопасности мореплавания» (Севастополь, 2010).

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Монографія присвячена питанням практичного використання на морському транспорті сучасних інформаційних технологій з метою забезпечення безпеки судноплавства і їх комплексного використання.

Охарактеризовано сучасні інформаційні технології для забезпечення безпеки судноплавства і їх комплексне використання (E-Navigation).

Розглянуто питання компетентнісного підходу при підготовці кваліфікованих Судноводів на рівні Експлуатації та Управління.

Монографія призначена для курсантів (студентів), магістрів, аспірантів і викладачів морських, технічних, екологічних, економічних, юридичних спеціальностей ВУЗів і факультетів, також буде корисною для наукових і практичних працівників у галузі безпечного судноводіння, захисту морського і навколишнього середовища.

Наукове видання

**Леонов Валерій Євгенівч,
Дмітрів Владімір Івановіч,
Безбах Олег Михайлович,
Гуров Анатолій Андрєєвіч,
Сис Вячеслав Борисовіч,
Ходаковській Владімір Фйодоровіч**

**СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ
ТЕХНОЛОГІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ
СУДНОПЛАВСТВА ТА ЇХ КОМПЛЕКСНЕ
ВИКОРИСТАННЯ**

МОНОГРАФІЯ

(Рос. мовою)

Відповідальний за випуск *Р. Є. Врублевський*
Технічний редактор *К. О. Надточій*
Комп'ютерний набір тексту *І. І. Рублев*
Друк, фальцовально-палітурні роботи *В. Г. Удов*

Формат 60x84/12. Папір офсетний.

Ум. друк. арк. 27

Підписано до друку 27.05.2014 р.

Тираж 300 прим.

Видавництво
Херсонська державна морська академія,
просп. Ушакова, 20, м. Херсон, 73000
Тел. 091-32-65-473

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої
справи до Державного реєстру
ДК № 4319 від 10.05.2012