МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

ОДЕССКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ МОРСКАЯ АКАДЕМИЯ

На правах рукописи

Обертюр Константин Леонидович

УДК 656.61.052

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СУДОВ МЕТОДАМИ УПРАВЛЕНИЯ СОБЫТИЯМИ

05.22.20 – эксплуатация и ремонт средств транспорта.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата

технических наук

Научный руководитель

кандидат технических наук

Сафин Игорь Викторович

ОДЕССА – 2015

СОДЕРЖАНИЕ:

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ 4
ВВЕДЕНИЕ 6
ГЛАВА 1. ПРОБЛЕМА БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЦЕССА МОРСКИХ ПЕРЕВОЗОК 13
1.1. Характеристика общей аварийности морских судов 14
1.2. Распределение информации об АМС по районам плавания судов 17
1.3. Причины, приведшие к наступлению АМС 18
1.4. Особенности расследования аварийных морских событий 19
1.5. Обзор результатов научных исследований по решению проблемы безопасности судоходства 21
Выводы к главе 1 30
ГЛАВА 2. ВЫБОР ТЕМЫ. ТЕХНОЛОГИЯ И МЕТОДЫ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ 32
2.1. Выбор темы научного исследования 32
2.2. Обоснование цели и задач исследования 36
2.3. Технологическая карта научного исследования 50
2.4. Экспериментальная лаборатория для проведения исследования по уточнению и проверке научных результатов 53
Выводы к главе 2 54
ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ТЕКУЩЕЙ СИТУАЦИИ И СОЗДАНИЕ СЦЕНАРИЯ АМС 56
3.1. Разработка метода оценки текущей ситуации 57
3.2. Методика формирования сценария АМС 66
3.2.1. Разработка методики оценки аварийной морской ситуации 69
3.2.2. Алгоритм формирования сценария АМС 72
3.2.3. Методика составления сценария АМС 75
Выводы к главе 3 88
ГЛАВА 4. РАЗРАБОТКА СПОСОБА ГЕНЕРАЦИИ СЦЕНАРИЕВ АНТИСОБЫТИЙ 89
4.1. Разработка способа формирования сценариев антисобытий 89
Выводы к главе 4 106
ГЛАВА 5. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫБОРА СЦЕНАРИЕВ АНТИСОБЫТИЙ 107
5.1. Выбор сценария-альтернативы реверса ГД торможения судна при реверсировании в момент последнего реверса 115
Выводы к главе 5 118
ГЛАВА 6. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРЕДРЕЙСОВОЙ ПОДГОТОВКИ 119
6.1. Особенности принятия решений при действии в чрезвычайной ситуации 119

6.2. Управление событиями.....123
6.3. Оценка компетентностей лиц командного состава судов на уровне управления.....124
6.4.1. Требования к готовности наблюдателей вовлеченных в тренинг с использованием методики предрейсовой подготовки.....134
6.4.2. Выбор тренажерного оборудования, используемого в предрейсовой подготовке командного состава для управления событиями в чрезвычайной ситуации.....136
6.4.3. Реализация и оценка результатов применения методики предрейсовой подготовки наблюдателей по управлению событиями.....140
6.4.4. Оценка применения новых знаний, умений и навыков наблюдателей на тренажерах в предрейсовой подготовке.....143
Выводы к главе 6.....145
ВЫВОДЫ.....147
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....150
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....164
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....171
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....176
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....186
ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....198
ПРИЛОЖЕНИЕ Е.....210
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж.....219

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АМП – аварийное морское происшествие;

АМС – аварийное морское событие;

АПС – аварийно-предупредительная сигнализация;

АС – аварийная ситуация;

ДАУ – дистанционное автоматическое управление;

ДРК – движительно-рулевой комплекс;

ИС – интеллектуальная система;

ООН – Организация объединенных наций;

ММО – Международная морская организация;

МО – машинное отделение;

НШС – нештатная ситуация;

САУ – средства активного управления;

СКП – среднеквадратичная погрешность (ошибка);

СТАУ – современная теория автоматического управления;

СТМ – старший механик;

ТАУ – теории автоматического управления;

ЦПУ – центральный пост управления;

ЧС – чрезвычайная ситуация;

ШС – штатная ситуация;

ЭС – экстремальная ситуация;

EMSA – Европейское морское агентство по безопасности;

ERS – симулятор машинного отделения;

IACS – международная ассоциация классификационных обществ;

GEMS– общая система генерирования ошибок;

MCR – максимальная длительная мощность;

MSE – действующая модель по изучению системы управления ГД;

SHEL – модель оценки влияния человеческого фактора на появление аварии;

TEAS – система определения качества и оценки тренинга;

UK P&I club – клуб морского взаимного страхования (Великобритания);

x – параметр процесса;

u – параметр управления;

t – время;

ξ – цветные коррелированные шумы;

$\dot{x}$ – пространство состояний;

RF – фактор риска;

T_A – суммарная продолжительность события, представляющего угрозу;

T_E– продолжительность пребывания в опасной зоне конфликта;

T – рассматриваемый интервал времени, для которого принимается решение;

$P(A)$ – вероятность наступления АМС;

$P(E)$ – вероятность попадания в опасную зону конфликта;

P_0 – вероятностное состояние объекта (ситуация) в начальный (нулевой) момент наблюдения, отн.ед.;

P – текущая ситуация, отн.ед.;

q – коэффициент, характеризующий условия взаимодействия позитивных и негативных сил, прилагаемых к объекту управления, отн.ед /ед. времени;

τ – период действия сил, исходимых от негативного явления, ед. времени.

I – множество, включающие все сцены катастрофы;

K_φ – коэффициент усиления;

T_0 – постоянная времени объекта управления;

$x_{\text{вых}}$ и $x_{\text{вх,}}$ – атрибуты статической характеристики;

$K_{\text{гл}}$ – глобальный критерий согласованности;

$n_{\text{с}}$ – количество ситуаций (актов) в сценарии антисобытия;

$P_{\text{Э}}$ – эталонная ситуация, отн.ед.;

n – число реперных точек, ед.;

i – физическая компонента, ед.;

j – логическая компонента, ед.;

z – эвристическая компонента, ед.;

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Увеличение количества судов мирового торгового флота, их тоннажа и скорости значительно повысило интенсивность судоходства, а вместе с этим и аварийность. По условиям плавания транспортные суда находятся в стесненных и портовых водах около 10 % эксплуатационного времени. При этом более 80 % аварий и аварийных случаев с судами приходится именно на них. Несмотря на оснащение судов новейшими интегрированными навигационными и энергетическими комплексы и установками, улучшения берегового обслуживания и качества подготовки экипажей, аварийность судов в портовых водах пребывает доминирующей.

Основной причиной сложившейся ситуации является «человеческий фактор», который недостаточно исследован и находится на стадии развития. Во-первых, это касается адекватных действий операторов сложных систем во время нахождения в неадекватных (чрезвычайных и аварийных) условиях эксплуатации транспортного средства. В этом смысле актуальными становятся исследования по гармонизации взаимодействия между явлениями, процессами, механизмами и системами, которыми управляют судовые операторы. Особое внимание уделяется повышению безопасности эксплуатации судов методами управления событиями во время предрейсовой подготовки экипажей судов в крюинговых компаниях. Такие исследования позволяют получить методики и обоснованные рекомендации для безопасной эксплуатации судов, разработать соответствующие руководства, паспорта, чек-листы используемые в подготовке и оценке компетентности операторов, управляющих эксплуатацией, тем самым снизить уровень аварийности.

Именно этим объясняется актуальность и перспективность темы диссертационного исследования.

Связь работы с научными программами, планами, темами подтверждается резолюциями и кодексами Международной морской

организации такими как: Международный кодекс по управлению безопасностью (МКУБ) кодекс по расследованию морских аварий и событий А.849 (20) руководство по расследованию человеческого фактора в морских авариях А.884 (21) концепция человеческого элемента А.850 (20), а также Морская доктрина Украины на период до 2035 года (постановление Кабинета Министров Украины (КМУ) №1307 от 07.10.2009 г.); положения государственной системы управления безопасностью судоходства (п. КМУ от 07.10.2009, №1137) транспортная стратегия Украины на период до 2020 года (стр. КМУ от 20.10.2010, №2174-р), которые требуют обеспечения: подготовки и переподготовки специалистов, выполняющих деятельность по обеспечению безопасности судоходства в территориальном море и внутренних водах Украины; ликвидацию аварийных загрязнений морской среды; эффективного функционирования системы спасения и поиска на море.

Диссертационное исследование выполнялось в рамках фундаментальной научно-исследовательской работы университета «Теоретические основы гарантированной безопасности судоходства в территориальном море, внутренних водах и портах Украины» (2010-2012) № ГР 0110U000281, где автор в качестве исполнителя подготовил отдельные подразделы.

Целью исследования является повышение безопасности эксплуатации судов путем перехода текущей ситуации от чрезвычайной или аварийной до штатной или экстремальной.

Научная гипотеза исследования заключается в том, что безопасная эксплуатация судна в чрезвычайном состоянии обеспечивается по условиям непрерывного сопровождения негативных явлений, пониманию аварийных последствий, наличии детерминированной стратегии, обеспеченности энергетическими, материальными и людскими ресурсами и способности к реализации принятого решения.

Главная задача исследования заключается в разработке методики

предрейсовой подготовки лиц командного состава судов на уровне управления к безопасным действиям в чрезвычайных ситуациях эксплуатации.

Для решения главной задачи требуются научные результаты доказательств следующих вспомогательных задач, которые соответствуют требованиям системного анализа:

– метода оценки текущей ситуации;

– методики формирования сценария аварийного морского события (АМС);

– способа генерации сценариев антисобытий;

– методики выбора сценариев антисобытий.

Объектом исследования является судно, которое находится в состоянии эксплуатации.

Предметом исследования безопасные методы, способы и средства управления состоянием судна в чрезвычайных условиях.

Методы исследования. В диссертации для решения научных задач использованы следующие методы исследования:

– дедукции – для осуществления информационного поиска;

– экспертного оценивания для: выбора темы исследования, установление причин АМС, принятие решения и оценки компетентности операторов;

– системный анализ – для выбора общей методологии и разработки технологии диссертационного исследования;

– сценарный: прямой при генерации сценариев антисобытий; инверсный для детерминации АМС;

– оценки риска – для идентификации негативных явлений;

– графоаналитические, логические и эвристические – для построения сценариев.

Научная новизна исследования заключается в установлении закономерностей безопасной эксплуатации судна путем разработки методов поддержания штатной ситуации, что базируются на принципах примата

безопасности и управления событиями в чрезвычайных условиях, которые осуществляются по сценарию антисобытия в минимально неизбежный период.

В процессе исследований впервые получены следующие научные результаты:

– эвристично-вероятностный метод оценки и сопровождение текущей ситуации по экспоненциальному закону для прогноза направления и времени наступления АМС;

– методика формирования базы знаний при детерминации АМС по физической, логической и эвристической составляющим для определения противодействующих энергетических, материальных ресурсов и людских резервов;

– способ генерации сценариев антисобытий, для изменения разгонной характеристики объекта (процесса) за установленное время в пределах энергетического резерва, формирует структуру технических средств и определяет порядок действий операторов по управлению АМС;

– методика выбора сценария управления антисобытиями, которая обеспечивает безопасность эксплуатации судна по критерию минимакса, путем уменьшения постоянной времени процесса, простоты, целостности, энергетической сбалансированности структуры и синергизма в управлении событиями;

– методика предрейсовой подготовки для обновления и получения новых компетенций для принятия и реализации адекватных решений в неадекватных условиях эксплуатации по критериям согласованности и специальной программой, которая позволяет по критерию минимуму среднеквадратичной ошибки оценить результаты подготовки наблюдателей.

Получили дальнейшее развитие:

– методика экспертного оценивания аварийных событий сценарным методом формирования сценария АМС по физическим, логическим и эвристическим составляющим;

– программа предрейсовой подготовки высшего командного состава морских судов по управлению событиями в чрезвычайных условиях.

Научное значение полученных результатов заключается в расширении теории выбора системного анализа и современной теории автоматического управления по состоянию системы путем организационно-распорядительного воздействия на человеческий фактор.

Практическое значение полученных результатов заключается в расширении эвристической составляющей механизма обеспечения безопасности эксплуатации судна в чрезвычайных ситуациях.

Внедрение полученных научных результатов в производство позволило обеспечить:

– разработаны сценарии АМС – «Потеря хода судна»; «Обеспечение непотопляемости судна»; «Пожарной безопасности судна».

– повышение уровня компетентности моряков по результатам тестирования в процессе предрейсовой подготовки, за счет использования новой методики на 20 %;

– снизить уровень аварийных угроз путем усиления наблюдения за текущей ситуацией, по экспоненциальному закону на судне перед морскими операциями, который за годичный период составляет 6 – 7,5 %.

Отдельные практические результаты диссертационной работы были использованы в научной и производственной деятельности:

– ОНМА при:

- преподавании дисциплин кафедры технической эксплуатации флота: методология научных исследований – сценарные методы исследований; техническая эксплуатация судовых энергетических установок – управление нештатной ситуацией при отказе хода судна (акт от 15.06.2015);
- выполнении НИР № ГР 0110U000281 «Теоретические основы

гарантированной безопасности судоходства в территориальном море, внутренних водах и портах Украины» раздел 7 « Предрейсовая подготовка моряков» (акт от 17.06.2015);

– в дочернем предприятии корпорации «В.Шипс» «В.Шипс (Украина)» внедрена «Методика предрейсовой подготовки старшего командного состава по управлению событиями в чрезвычайных ситуациях», которая апробирована на протяжении 2 лет (акт от 11.06.2015).

Личный вклад соискателя в получении новых результатов. Диссертация является самостоятельно выполненным исследованием, в котором соискателем лично проведен информационный поиск, теоретические и экспериментальные исследования, анализ, обобщение и статистическая обработка полученных результатов, которые внедрены в производство, сформулированы выводы по диссертационной работе. Экспериментальные исследования в лаборатории и тренажерном центре выполнены и статистически обработаны лично.

Конкретный вклад автора в публикациях, выполненных в соавторстве в соответствии списка опубликованных материалов заключается, в следующем: [130] – анализе опыта и технологии предрейсовой подготовки экипажей судов; [101] – разработке алгоритма расчёта энергоэффективности судна для ЭВМ; [98] – разработке алгоритма проведения сценарного анализа с оценкой эффективности по соответствующим критериям гарантированной безопасности сложных объектов на основе теории гибких систем.

Апробация результатов диссертации. Основные результаты работы были обсуждены и одобрены на следующих конференциях:

– международных научно-технических: «Судовые энергетические установки: эксплуатация и ремонт» (21-23 марта 2012 г. Одесса), «Морський та річковий флот: експлуатація і ремонт» (24-25 марта 2015 г. Одесса);

– научных и научно-технических: «Обеспечение безаварийного плавания

судов» (16-17 ноября 2011 г. Одесса), «Судоходство: перевозка, технические средства, безопасность» (16-17 ноября 2012 г. Одесса); «Судоходство: перевозка, технические средства, безопасность» (19-20 ноября 2013 г. Одесса); «Морские перевозки и информационные технологии в судоходстве» (18-19 ноября 2014 г. Одесса).

Публикации. Основные результаты диссертационной работы опубликованы в: 5-ти статьях научных изданий, которые входят в перечень научных профессиональных изданий Украины, рекомендованных Министерством образования и науки Украины для публикации результатов диссертационных работ на получение научных степеней доктора и кандидата наук; 1-а статья в зарубежном профессиональном издании; в сборниках материалов научных конференций – 7 тезисов докладов. Получено также авторское свидетельство.

Структура и объем диссертации. Работа состоит из введения, шести разделов, выводов, списка использованной литературы из 123 наименований и 7 приложений. Полный объем диссертации составляет 223 страницы, в том числе 155 страниц основного текста, рисунков 18, таблиц 14 и 7 приложений на 68 страницах.

ГЛАВА 1. ПРОБЛЕМА БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЦЕССА МОРСКИХ ПЕРЕВОЗОК

Объем перевозок мировым торговым флотом охватывает около 90 % от общего объема мировой торговли [1, 2]. В транспортном процессе суда различных типов и назначений под управлением экипажа должны обеспечивать безопасность людей и грузов.

Безопасность судов, являясь механизмом борьбы с опасностью, оценивается аварийностью, которая должна сводиться к минимуму и относится к ограничению в управлении. Координация деятельности по обеспечению безопасности судоходства возложена на Международную морскую организацию (ММО), входящую в состав Организации объединенных наций (ООН). Статистика об аварийности судов распределена по отдельным факторам и представлена на различных уровнях: мировом, государственном и региональном.

Результаты мировой статистики по аварийности судов ежегодно публикуются центром службы безопасности судоходства ММО [2], а также Европейским морским агентством по безопасности (EMSA) [3], которые в обобщенном виде представлены приложении (А) диссертации. Состояние общей аварийности морского транспорта распределено по видам аварийных морских происшествий (АМП), которые распределены таблицей А1. Распределение статистических данных АМП по характеру места их наступления – в таблице А2. Статистика наступления АМП по этапам рейса судов отражена в таблице А3, а статистические данные по причинам наступления АМП – в таблице А4.

На государственном уровне аварийность судов представлена на примере Украины [4] в таблице А5. По месту наступления АМП статистические данные рассредоточения аварий в водах Украины представлены в таблице А6. Распределение АМП по тяжести событий сведены в таблицу А7, а по причинам

их наступления в таблице А8.

Статистику АМП также приводит и страховое общество UK P&I club, которая относится к отработанным страховым искам, в зависимости от общих причин наступления АМП (таблица А9) [5]. Представлена более подробная статистика данных P&I Club (таблица А10) связанная с разделением страховых возмещений по видам и основным причинам предъявленных исков решения суда и актов расследования аварий. Представлены также данные UK P&I Club (таблица А11) по отказам судовых технических средств (СТС).

Статистика АМП по регионам представлена на примере Одесского морского торгового порта, которая отражена в таблице А12.

Ввиду многофакторности АМП по: времени, тяжести, месту наступления, этапу рейса, отказу СТС, ошибок экипажа и других факторов при поиске не очевидных фактов действительности по причинам АМП, не нашедших своего отражения в науке, обратимся к философскому подходу схождения: от общего к личному через частное [6,7]. В качестве «общего» примем общую статистику аварийности; «частного» – районы, в которых произошли АМП; «личного» – причины, приведшие к наступлению АМП.

1.1. Характеристика общей аварийности морских судов

Статистика общей аварийности судов указывает на динамику ежегодного роста. АМП характеризуется как событие, которое произошло в результате ошибок и просчетов при эксплуатации судна, и повлекло или могло повлечь человеческие жертвы, или причинить вред здоровью людей, гибель судна, или потерю его мореходного состояния, а также загрязнить окружающую среду. Аварийное морское событие (АМС) отличается от АМП местом наступления в установленном водном пространстве, ограниченным естественными, искусственными или условными границами, которые обеспечивают в отдельном районе судоходности безопасное маневрирование и/или стоянку судов. По

видам наступления АМС классифицируются на: очень серьезные аварии; серьезные аварии и морские (серьезные) инциденты.

Характер очень серьезных АМС соответствует: гибели судна или такому конструктивному разрушению, после которого проведение восстановительного ремонта нецелесообразно и требует оставления судна в море экипажем и пассажирами; наличию человеческих жертв, гибель или исчезновение человека с судна; пропажи судна без вести, т.е. при отсутствии каких-либо сведений о местонахождении судна в течение трех месяцев, а при угрозе его задержания в результате военных действий, то – в течение шести месяцев; сильному загрязнению окружающей природной среды самим судном или в результате повреждения судном подводных трубопроводов, береговых сооружений.

К серьезным авариям относятся АМС, которые не квалифицируются как очень серьезные аварии, но которые повлекли: серьезные телесные повреждения человеку, а также пожар, взрыв, посадку на мель, касание, ледовое или штормовое повреждение, образование трещин в корпусе судна; конструктивное повреждение, которое привело к потере судном мореходности; смещение груза или изменение его физико-химических свойств, что также привело к потере судном мореходного состояния; поломку, в результате которой возникла потребность в буксировке судна или предоставлении ему технической помощи, в том числе с берега; загрязнение окружающей природной среды самим судном или в результате повреждения судном подводных трубопроводов, береговых сооружений.

К морским инцидентам относятся АМС, которые привели к: серьезному повреждению судна, его конструкции или нанесению ущерба окружающей среде; повреждению средств навигационного обеспечения, которое привело к выводу их из эксплуатации; повреждению судовых устройств и корпуса судна, которое не вызвало потерю мореходного состояния; повреждению буксирной линии без потери буксируемого объекта; касанию грунта без

повреждения судна.

К инцидентам относятся АМС, возникающие в результате ошибок и просчетов при эксплуатации судна, которые повлекли или могли повлечь незначительные эксплуатационные повреждения: судну, его конструкции, оборудованию, береговым и подводным объектам или плавучим объектам, которые не являются судами; судном – средствам навигационного обеспечения, которые не привели к выводу их из эксплуатации; судном – подводным инженерным сооружениям, которые не привели к загрязнению окружающей природной среды; судном – береговым сооружениям (причалам, волнорезам), что не привело к загрязнению окружающей среды.

Обобщенные данные (табл. А1), показывают, что: общее число ежегодных АМС на морском транспорте возрастало на 16 %; на 5 % увеличивалось количество очень серьезных аварий (кораблекрушений), связанных с гибелью судов и людей; на 18 % – количество серьезных аварий, связанных с тяжкими телесными повреждениями людей, пожарами, взрывами, посадкой на мель, ледовыми или штормовыми повреждениями; на 15 % – количество морских инцидентов и инцидентов (несерьезных аварий), связанных с нанесением серьезного повреждения судну, его конструкции или ущерба окружающей среде, а также незначительными эксплуатационными повреждениями судну, конструкции, оборудованию, ущербом береговым и подводным объектам.

Статистические данные государственного уровня (Украины) показывают на ежегодное снижение общей аварийности судов на 14 % после ликвидации Госфлотинспекции Украины.

Показатели общей аварийности судов свидетельствуют о ежегодном возрастании серьезных аварийных происшествий свыше 15 %, которые наиболее часто происходят в портовых водах в период захода и выхода судов из портов, в прибрежных водах и открытом море.

1.2. Распределение информации об АМС по районам плавания судов

Эксплуатация судна представляет цикличный (рейсовый) характер: подача под погрузку; грузо-перегрузочные операции; выход из порта; переход; подача под выгрузку; выгрузка судна. АМС по этапам рейса судна характеризуются навалами, посадками на мель, поломками оборудования, связанными с мореходными качествами судов, навигационными условиями плавания, их техническим состоянием, а также режимом труда и отдыха экипажей.

Наибольшее количество АМС (табл. А2 и А3) в зависимости от их места наступления распределяются следующим образом: в портовых водах – 69,3 %; прибрежных водах ($\leq$12 м. миль) – 13 %; в открытом море – 17,7 %.

Наиболее часто серьезные АМС наступают по навигационным – (около 50 %), техническим – 35 % и организационным – 15 % причинам.

Распределение АМС (табл. А14) по территориальному признаку следующее:

– в портовых водах отмечаются посадки на мель (99,8 %), потеря контроля управления (93,7 %), повреждения судна и главного двигателя (86,2 %), потеря остойчивости (76,9 %), затопление (76,6 %), пожары/взрывы (75,9 %);

– в открытом море – мелкие повреждения СТС (50,8 %);

– в прибрежных водах – столкновения судов (43 %), затопление (14 %).

По этапам рейса АМС распределились в следующей последовательности (табл. А3): на переходе – 29,7 %; на подходе судна к порту – 22,8 %; в начале и конце морского перехода – 16 %; при швартовке и постановке на якорь – 12,8 %; при выходе судна из порта – 9,4 %.

Всвязи с тем, что нахождение судна в портовых водах составляет (5–10 %) от продолжительности рейса, то целесообразно рассмотреть АМС по удельной аварийности, относящейся ко времени нахождения судна на отдельных этапах рейса: при выходе судна из порта – 42 %; на подходе судна к порту – 31 %; при швартовке и постановке на якорь – 14 %; на переходе – 9 % в начале и конце

перехода – 4 %.

Ввиду того, что средние статистические данные по этапам рейса недостаточно информативны, то за основу берем территориальный признак наступления АМС.

1.3. Причины, приведшие к наступлению АМС

Причины, которые привели к АМС имеют, свои особенности. С целью их установления использованы статистические данные, представленные в отчетах страховой компании P&I Club [5]. Общие причины наступления АМС следующие: навигационные – 41 %; управление судном – 19 %; технические – 20 %.

Статистика аварийности в Одесском морском порту (табл. А12) следующая: отказы в работе движительно-рулевого комплекса (ДРК); недостаток буксирного обеспечения; погодные условия; ошибки судоводителей; низкая квалификация экипажей.

По причинам отказов АМС распределились в следующей последовательности (табл. А13): на первом месте – отказ ДРК – 37,4 % ; на втором – низкая квалификация экипажей – 22,9 %; на третьем – ошибки судоводителей – 20,0 %.

На «человеческий фактор» приходится – 47 % АМС (табл. А9.). «Человеческий фактор», связанный с АМС, представлен широким спектром человеческой деятельности на судах, характеризующим как культуру, стресс, здоровье [8, 9, 10, 11, 12], так и управленческую несогласованность, недостаток оперативных знаний и не готовность оператора к экстремальному управлению [13].

Таким образом, наиболее частыми причинами АМС являются: нарушения организации штурманской службы («человеческий фактор») – 47 %; отказ ГРК – 37,4 %; низкая квалификация экипажей – 22,9 %.

1.4. Особенности расследования аварийных морских событий

Данные о причинах аварий, можно получить из статистической информации представленной ранее, тем не менее, для раскрытия характера причин предшествующих наступлению нештатных ситуаций, возможно узнать только из материалов по расследования аварийного случая. Процесс расследования АМС проводится с целью выявления их обстоятельств и определения истинных причин, которые привели к ней. Этот процесс включает сбор и анализ информации, подготовку выводов и рекомендаций относительно предупреждения и предотвращения подобных АМС в будущем, а также, в случае необходимости, подготовку рекомендаций по безопасности судоходства. Рекомендации по расследованию морских аварий изложены в Кодексе по расследованию морских аварий и инцидентов принятый 27 ноября 1997 года Резолюцией А.849(20) Ассамблеи ММО, с поправками к нему от 25 ноября 1999 года Резолюцией А.884(21) Ассамблеи ММО. Ценность расследования аварий представляет воссоздание хронологии цепи событий до наступления происшествия с глубиной до уровня сцен. По актам расследований формируется статистика аварийности.

Прямые и/или инверсные методы, применяемые для расследования, изложены в подходах: SHEL; GEMS– (Accident Causation and generic error-modeling system); Taxonomy of Error; положениях о классификации, порядке расследования и учета аварийных морских происшествий с судами. [14, 15, 16, 17, 18].

Методы SHEL; GEMS; Taxonomy of Error обобщаются и могут применяться к обоим типам происшествий – авариям и инцидентам. Он включают несколько этапов: сбор данных о происшествии; определение последовательности происшествия; установление опасных действий или решений, а также опасных условий; установление типа ошибки или нарушения; установление лежащих в основе факторов; установление потенциальных проблем безопасности и

разработка мер безопасности.

Использование модели SHEL в качестве организационного инструмента для сбора данных на рабочем месте лицом, проводящим расследование, учитывает все важные элементы системы работы, помогает учесть взаимосвязи между этими элементами системы работы, сосредоточивает внимание на факторах, которые влияют на работу человека, увязывая все периферийные элементы с центральным элементом – человеческим. На первом этапе предпринимается попытка сначала ответить на более простые вопросы типа "что, кто и когда", а затем на более сложные вопросы типа "как и почему". Полученные в результате сведения представляют собой по большей части подборку событий и обстоятельств, состоящих из действий и условий, некоторые из которых будут представлять интерес как имеющие опасный характер. Модель SHEL состоит из четырех компонентов: Человек – L; Конструкция – H; Программное обеспечение – S; Окружающая среда – E. На втором этапе модель причинной обусловленности инцидента Ризона переходит к вопросам "как и почему", чтобы увязать между собой данные, установленные на первом этапе используют, производственную структуру, в качестве ориентировки при установлении последовательности происшествия. Модель Ризона, кроме того, способствует дальнейшему упорядочению данных о рабочей системе, собранных с использованием модели SHEL, и позволяет лучше понять влияние этих данных на работу человека. Последовательность происшествия устанавливается путем расположения информации, касающейся событий и обстоятельств. Этапы 3-5 основываются на модели GEMS. Эта модель предусматривает установление опасного действия/решения (этап 3) к установлению того, что было ошибочным в этом действии или решении (этап 4), чтобы в конечном итоге поместить их в поведенческом контексте (а именно вид отказа на данном уровне выполнения работы на этапе 5). Структура GEMS, наиболее эффективна при предположительном восстановлении картины

происшествия. Использование практических рекомендаций по систематическому расследованию человеческого фактора в морских авариях и инцидентах в процессе изучения событий, не до конца раскрывается суть происшедшей аварии. Акты расследований позволяют получить информацию где, как, когда и почему произошла авария, с кем или с чем произошел аварийный случай, и кто виноват. На основании полученных результатов расследования формируются предупредительные меры в виде рекомендаций и мероприятий в систему безопасности судоходства, но в тоже время такой подход не раскрывает всей картины аварии и не переводит нештатную ситуацию в штатную. В отдельных случаях, в процессе расследования возникает необходимость в проведении судебной экспертизы по запросу следственных и судебных органов [20].

Преимущества использования методов по расследованию аварий заключаются в воссоздании хронологической цепи событий до происшествия с глубиной уровня сцен. Таким образом, расследование АМС направлено на их профилактику по недопущению, а не определяет пути противодействия им.

1.5. Обзор результатов научных исследований по решению проблемы безопасности судоходства

Существующие подходы к эксплуатации судов, которые описывают его нахождение в сложной динамической среде, раскрываются в работах В. А. Голикова [21, 22], А. С. Мальцева [23,24,25], М. В. Миюсова [26, 27], Н. Н. Цымбала [28, 29], Л. Л. Вагущенко [30, 31, 32], Ю. Л. Воробьева [33], И. В. Сафина [34], В. В. Голикова [35], Ю. И. Нечаева [36, 37, 38], В. Г. Сизова [39], А. Б. Качинского [40], В. В. Вычужанина [41, 42], В. Д. Репетея, А. М. Веретенника, А. А. Лысого и других. Научные подходы к решению проблемы безопасности сложных объектов, предлагаемые этими учеными, базируются на создании эволюционно-самоорганизующихся знаний, а также

систем адаптированного синтеза информационно-вычислительных конфигураций в виде интеллектуальных систем (ИС), где сочетаются строгие формальные методы анализа интерпретации информации при решении задач динамики объекта, включая эвристические методы и модели, а также модули имитации, анализа и прогноза (моделирования) проблемной ситуации.

Так А. С. Мальцев, В. В. Голиков, И. В. Сафин [34] используют физикалистский подход, указывая на то, что в существующих системах обеспечения безопасности управления судном для минимизации состава элементов и повышения ее быстродействия производится выбор алгоритма управления, определяется способ управления и круг задач, решения которых позволяет обеспечить гарантированную безопасность. Информация, поступающая по каналам связи, представляется в процедурной (алгоритм поведения оператора) и декларативной формах (сведения о параметрах состояния системы). Выбор управляющих воздействий при планировании маневров и их практическом выполнении производится с учетом резерва на случай, если запланированный маневр окажется неудачный, либо возникнет непредвиденная ситуация и потребуется корректировка движения. В рассматриваемых системах управления движением судна содержится подсистема расчета маневренных свойств судна, планирования маневров, расчета поправок на внешние воздействия и корректировки заданного алгоритма функционирования системы управления движением при появлении мягких ограничений (возникающих и исчезающих спорадически, требующих корректировки заданного алгоритма). При плавании в открытом океане наибольшее распространение получил курсовой способ управления и курсовой способ управления по отклонению, когда оценка месторасположения производится техническими (преимущественно спутниковыми) средствами. При плавании в стесненных условиях наибольшее распространение получил способ регулирования по отклонению, когда оценка месторасположения

производится обзорно-сравнительными способами, но в тоже время из-за скоротечности протекающих процессов и запаздывания в получении информации при определении места судна всвязи с отклонением от намеченного пути применяется комбинированный способ управления.

Особенностью ИС судна является то, что центром, в котором сосредоточены функции, реализующие процесс управления, представляется информационно-управляющим устройством, в состав которого входит человек – оператор. По конфигурации она представляется комплексом с динамической базой знаний и интегрированной системой их представления. Система управления включает следующие иерархические уровни: разработка заданного алгоритма функционирования; измерения параметров текущего состояния элементов; анализ текущей ситуации и принятие решения по корректировке заданного алгоритма; формирование команды на приведение системы в заданное состояние; адаптация; исполнение команды. Для эффективности работы системы оператор должен обращаться в банк предметных знаний, что при дефиците времени является целесообразным [32]. По характеру воздействий и принципам поддержания параметров траекторий, а также графоаналитическим методам решения задач их можно использовать в "штатных" условиях плавания.

Предлагаемые способы управления судном, не разделяют элементарное регулирование параметров простого движения от управления сложным движением, требующим наличия алгоритма задания направления движения и алгоритма определения истинного движения, реализующего правило сложения векторов скорости при счислении пути. Нечетко показана связь между декларативной информацией, определяющей состояние системы, и процедурой, характеризующей поведение оператора, т.е. что делать оператору с этой информацией.

Исследуя движение судов в условиях неопределенностей, Н. Н. Цымбал

Л. Л. Вагущенко, И. А. Урбанский [27, 28, 30, 31], использовали традиционную методику минимакса в качестве механизма выбора при принятии решения о расхождении судов, которую можно выделить как логическую, но не эвристическую компоненты.

В теории катастроф Ю. И. Нечаев, В. Г. Сизов [36, 39] рассматривают обеспечение безопасности путем формализации знаний ИС и реализации задач трансформационных программ, которые представляются в виде правил трансформации знаний о методах распараллеливания программ путем накапливания и использования с помощью подсистемы организации данных интегрированной ИС. Поток информации, реализующий концептуальную динамическая модель системы принятия решений ситуационного характера на основе методов теории катастроф, представлен на рисунке 1.1.

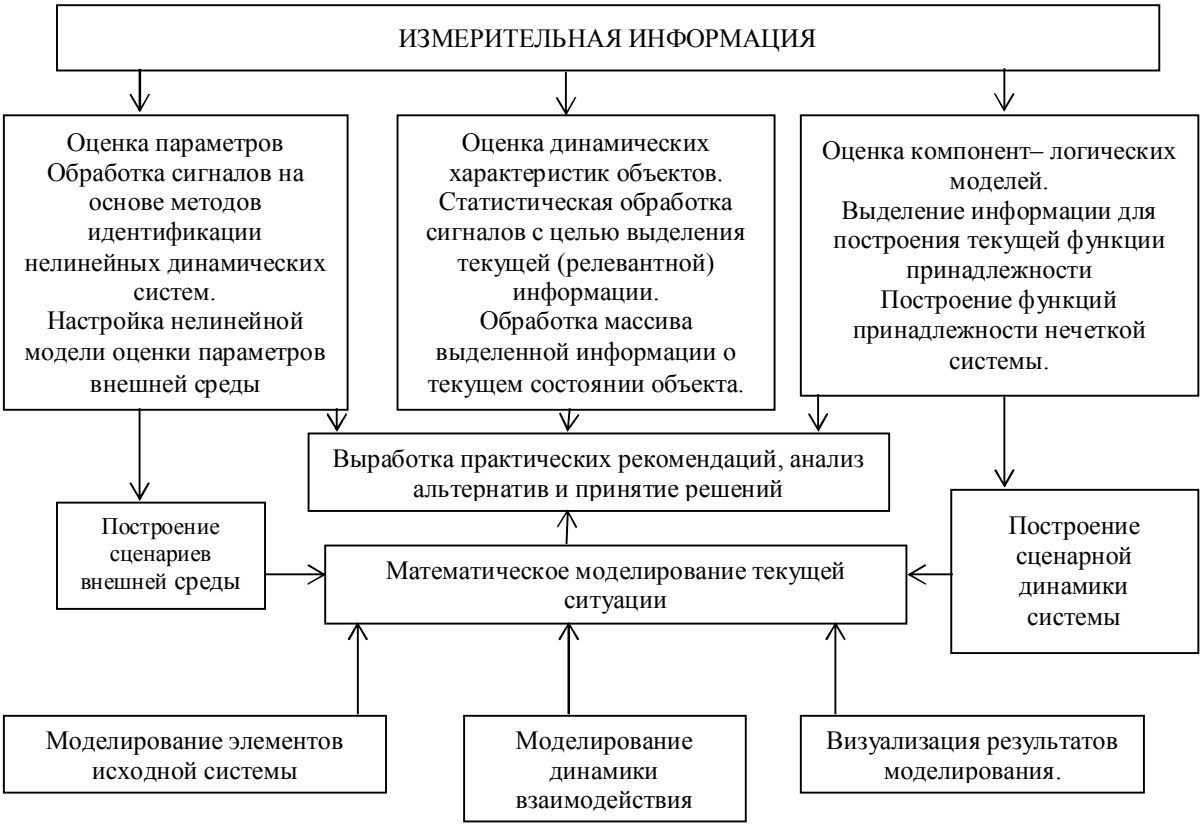

Рис. 1.1 – Динамическая модель системы принятия решений ситуационного характера на основе методов теории катастроф [38]

Концептуальная модель знаний о методах и моделях теории катастроф реализованная на базе комплексной онтологии (бытия) описывает динамическую базу знаний при функционировании ИС в режиме реального времени, содержащей элементы, онтологии на основе расширения стандартных процедур на основе расширения стандартных процедур комплексной онтологии и метаонтологии. Таким образом, класс «информационная структура» в классификации свойств может быть уточнен путем выделения, свойств «структура по управлению и структура по данным». Это приводит к выделению в классификации компонент внутри класса «информационная связь» подклассов связей «передача команд и передача данных», которым могут быть присвоены соответствующие обозначения.

При формализации знаний ИС интерпретируется, как часть реального мира, имеющая определенную семантическую локализацию (пространство). Знания, входящие в проблемную область компоненты рассматриваются как множество присущих им семантических свойств.

Формальная модель онтологии предметной области «Судна» представлена на рис. 1.2.

Основным онтологическим свойством объекта представлена ситуация (штатная, экстремальная и нештатная), которая в дальнейшем интерпретируется определенным физическим процессом. Целью теории катастроф является построение и использование моделей катастроф, интегрирующих классические модели на основе интеллектуальных технологий XXI века. В результате такой интеграции: открываются возможности геометрической и аналитической интерпретации сложных и трудно формализуемых динамических ситуаций (детерминирование); реализуется парадигма высокопроизводительных вычислений (быстродействие); осуществляется синтез методов теории катастроф с интеллектуальными технологиями мониторинга динамики сложных объектов.

Принципиальное отличие предлагаемого подхода состоит в использовании интегрированных моделей анализа и интерпретации экстремальных ситуаций, включающих методы теории катастроф, хаотические системы, синергетическую парадигму и нейронечеткие системы.

Рис. 1.2 – Модель онтологии предметной области [38]

Реализация разработанных моделей в прикладных системах определяется комплексным характером математического описания нарушений непрерывности исследуемых феноменов.

Преимущества предлагаемого подхода заключаются в возможности не только геометрической, но и аналитической интерпретации экстремальных ситуаций, а также в представлении информации о динамики ситуации в виде

простых геометрических образов, легко воспринимаемых оператором в условиях ограниченного времени на принятие решений.

Таким образом, предлагаемый подход решает задачи стратегического характера посредством выбора и принятия решений, что характерно для задач экстремального и нештатного ситуационного состояния судна.

Использование системного подхода при формализации задачи построения динамической базы знаний онтологии улучшает интерпретируемые характеристики системы и упрощает ее использование для анализа и моделирования в экстремальных и нештатных ситуациях.

Вместе с тем представленная на рис. 1.2 модель отражает исключительно свойства, связи и отношения объекта с внешней средой, но не показывает пути реализации действий и поведения судоводителя.

А. Б. Качинский [40] анализирует современные подходы к формализации безопасности сложных систем и возможность формирования теории управления безопасностью, базирующейся на отсоединении в пространстве состояний системы сфер безопасности с их последующей трансформации на множество возмущений. Для этого используется сценарный подход, выраженный в прямых методах построения сценариев для детерминации чрезвычайных ситуаций и хода сценария.

Предлагаемый им подход заключается в замене двухсторонних связей односторонними, что дает возможность рассматривать систему и окружающее пространство, как единое целое. Суть «понятия угроза» содержится в самой системе и появляется в процессе ее работы посредством взаимодействия с окружающим пространством, а понятие «опасность» для системы понимается как потеря ее целостности и как последствие разрушения системы как таковой. Явление, по заключению А. Б. Качинского, подразумевает одноразовый акт наблюдаемого возмущающего воздействия в виде внешнего или внутреннего возмущений, которое способно, при неоднократных повторениях накапливаться

и производить функциональные нарушения системы в виде изменения ее параметров внезапно или постепенно. В тоже время, присутствующие явления создают ситуации, которые приводят к наступлению событий. Ситуация представляет собой специфический динамический процесс, постоянно присутствующий в окружающем пространстве, который при определенных условиях может привести к реализации нежелательного события, с которым связаны ряд опасных для людей, общества, окружающей среды факторов.

События, согласно теории вероятности, рассматриваются как результат опыта или наблюдений, появляющихся при изучении физических, химических, общественных, технических или каких-либо иных явлений. Любое событие представляется совокупностью элементарных событий и при этом определяется комплекс условий, при котором происходит наблюдение за экспериментом. Антисобытие означает нахождение объекта в штатной или, по крайней мере, экстремальной ситуациях [43].

Сценарий представляет относительную картину возможного развития событий, для изучения причинно-следственных связей и тех моментов развития событий, которые требуют принятия решений. Он позволяет, при появлении различных ситуаций проводить выбор альтернативных решений на каждом этапе развития события, чтобы влиять на текущий процесс. Сценарий антисобытия означает переход объекта из чрезвычайного в штатное или экстремальное состояние [40, 44, 45, 46].

Методологической основой создания систем безопасности являются силовое взаимодействие систем, когда создаются угрозы существования одной из них либо для обоих одновременно. Традиционно для детерминации используется теория жестких систем, представляющая физико-математические науки, а также методы формализованного описания, где преобладают категории математической логики, совместно с теорией мягких систем для адаптации к условиям изменяющейся внешней среды, сохраняя при этом свои характерные

особенности и способность к развитию. Последняя позволяет расширить информационное пространство и сформировать сценарии поведения системы в предстоящем времени на основе эвристического соображения, интуиции и наблюдений.

Безопасность представляется комплексным критерием оценки качества любой современной системы, которая характеризует как динамику системы, так и ее техническое воплощение. Объективным показателем безопасности системы является ее состояние в процессе функционирования, которое характеризуется следующими показателями: идентифицированностью, стойкостью, качеством переходных процессов, управляемостью.

Безопасная система обладает следующими обязательными условиями безопасности: знание модели объекта управления; синтезирование алгоритма модели управления, которая бы обеспечивала необходимое развитие системы, ее движение к цели с учетом имеющихся ресурсов и ограничений относительно изменений параметров движения; выполнение условий управляемости, наблюдаемости и идентификации.

А. Б. Качинский [40] приводит методы построения сценария катастроф и сценария поведения. Однако сценарный подход характерен для чрезвычайной ситуации, которая по его мнению, является обстоятельством на определенной территории и произошла в результате аварии. Во всех этих работах при управлении чрезвычайными ситуациями, внимание акцентируется на фактический материал, т.е. на сценарии, которые проходят в реальном времени. Наиболее ярко выраженное проявление фактического материала о чрезвычайных ситуациях, содержится в актах расследования морских аварий. Однако его недостаточно для формирования сценария катастрофы из-за описательного характера анализа чрезвычайной ситуации.

В. В. Голиков [35] вводит понятие нелинейности времени в процесс принятия и реализации сценариев и указывает на нелинейность этого процесса.

В рассматриваемой модели рассматриваются три вида наблюдателей: физический, психологический и осознанный. «Физический» наблюдатель находится в области одной координатной системы. Область нахождения физического наблюдателя перемещаться относительно других наблюдателей при групповом управлении. «Психологический» наблюдатель находится не только в отдельной области пространства и перемещается относительно других наблюдателей, но и имеет такие человеческие качества как логику, память, общительность для получения информации и наделен физическими «материальными» свойствами. «Осознанный» наблюдатель обладает способностью накапливать и откладывать в сознании некие новые черты своего характера по наблюдению за собой со стороны, оценивая себя и свои поступки путем мышления [47]. Обращает внимание ситуационный подход, при котором в штатной ситуации используется физикалистский подход, при принятии решений доминирует вероятностный подход, при решении задач безопасности присутствует эвристический подход, при котором время не линейное и используется сценарный подход. Таким образом, А. С. Мальцев, В. В. Голиков, И. В. Сафин [34], базируясь на положениях теории автоматического управления (ТАУ), считают, что безопасность представляется в качестве одного из видов ограничений, а в концепции А.Б. Качинского, безопасность является компенсационным механизмом, который позволяет противодействовать угрозам.

Выводы к главе 1

В процессе информационного поиска использован философский метод схождения от общего к личному через частное. В результате наблюдения установлено следующее.

Общая аварийность судов за последние 3 года возросла в половину, причем доля серьезных АМС составляет около 20 %.

Наиболее часто серьезные АМС происходят в портовых водах в момент захода и выхода судов, и составляют около 60 %, в сравнение с плаванием судов в открытом море около 20 %, прибрежных водах около 10 %.

Причины серьезных АМС были разделены на следующие категории: организационные, представляющие преимущественный характер из-за нарушения коллективного стиля управления, неподготовленности членов экипажей судов, недостатка управления в буксирном обеспечении, в 37 % случаев возникают в портовых водах; технические в 80 % случаев наступают из-за повреждения судна и ГРК, затопления более 70 %, пожаров/взрывов около 70 %, так же относятся в большинстве на портовые воды; навигационные, наиболее часто с долей в 40 % АМС проявляются в начале рейса и вызваны усталостью персонала, нарушением синхронизма в управлении, наиболее характерной АМС является посадка судна на мель более 90 %.

В отличие от базовых положений ТАУ, представляющей безопасность в качестве одного из видов ограничений, поддерживается концепция А. Б. Качинского, что безопасность является компенсационным механизмом, который позволяет противодействовать угрозам.

Расследования АМС проводятся путем формирования экспертных групп, которые поэтапно, по мере развития аварии, с использованием логистических и сценарных моделей, например SHEL и GEMS, устанавливают причины аварий и разрабатывают мероприятия по предупреждению их впредь.

Несмотря на проводимые мероприятия по расследованию АМС, общая аварийность возрастает, причем имеет тенденцию к постоянному росту.

На основании проведенного обзора определены проблемные вопросы по снижению АМП и пути их возможного решения, в частности, современной теории автоматического управления, теории катастроф и используя системный анализ вместе с основными принципами безопасности сложных систем.

Содержание главы 1 изложено в работах [48, 49] автора.

ГЛАВА 2. ВЫБОР ТЕМЫ. ТЕХНОЛОГИЯ И МЕТОДЫ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Выбор темы необходим для повышения направленности исследования и представляет научный поиск наиболее актуальных, принципиальных и не найденных решений в результате последующих исследований проблемных вопросов и/или задач с использованием, обычно, метода экспертных оценок. Экспертиза проводится по степени изученности неочевидных фактов действительности и характеризуется следующими признаками: актуальностью, научной новизной, экономической целесообразностью, соответствию паспорту специальности и сроками реализации. По результатам экспертизы формируется тема научного исследования, определяется объект и предмет исследования. Усиление целенаправленности исследования обеспечивается путем глубокого изучения существа проблем, в результате чего уточняется его цель, формируется главная задача исследования с последующим её разделением на вспомогательные задачи. Доказательство (решение) задач исследования дает возможность сформировать новое познание для подтверждения выдвинутой гипотезы. Экспериментально подтвержденный научный результат решения научной задачи формируют научное положение, без которого нельзя достичь поставленной цели. Технологически научное исследование представляется в виде системы отражающей этапы системного анализа [50].

2.1. Выбор темы научного исследования

Для выбора темы исследования воспользуемся факторными признаками метода экспертных оценок: актуальность, научная новизна, экономическая эффективность, соответствие темы профилю научной специальности и/или научной школы, а также сроком реализуемости теоретических исследований и экспериментальных наблюдений [50, 51]. Экспертное оценивание выполнено с учетом мнений, заключений и опыта ученых и специалистов, занимающихся

расследованием и экспертизой АМС: В. А. Голикова, А. С. Мальцева, В. В. Голикова, В. Д. Репетея, В. Г. Солодовникова [52], А. М. Веретенника, П. А. Костенко, В. Л. Кулика.

Результаты собственных наблюдений по статистике АМС позволили выделить проблемные вопросы борьбы за безопасность судна, требующие изучения.

При этом, внимание акцентировалось на: обострении навигационной ситуации с судном; явном проявлением тяжести АМС, а также эффективности результатов расследования относительно предупреждения их проявления в будущем. Всвязи с этим при изучении результатов АМС за основу был взят территориальный (таблица А2), из которой следует, что АМС в портовых водах, превышают АМС в других районах плавания более чем в два раза. Особенностью АМС при эксплуатации судов в открытом море являются: природные (гибкие) явления, приводящие к форс-мажору, связанные с туманами, обледенением, ледовой обстановкой. Ураганами, тайфунами, приводящими к потере остойчивости, резонансу конструкционным повреждениям корпуса судна вследствие ветроволновых воздействий и намного реже столкновения при расхождении судов.

Для прибрежных вод причинами АМС являются природные (жесткие) явления, препятствующие следованию судна: узкости, рифы, мелководье, а также столкновения при расхождении судов в условиях интенсивного движения.

Особенностью АМС в портовых водах является групповая эксплуатация судов в предельно ограниченном пространстве (акватории) при выполнении портовых операций: лоцманской и буксирной проводок, швартовок / отшвартовок. Основной причиной конструкционных повреждений судов и портовой инфраструктуры называют влияние «человеческого фактора» в работе операторов судовых эргатических систем. Связывают это с тем, что в

возникающих чрезвычайных ситуациях наблюдаются неблагоприятные явления, которые влияют на эффективность эксплуатации судна.

Накладка судовых операций на навигационную обстановку в порту требует мобильности и слаженности в работе не только экипажа одного судна, но и команд других судов, а также портовых бригад швартующих судно. Тяжесть АМС и проблема синхронного коллективного управления возникающие при эксплуатации судов в различных ситуациях, указывают на необходимость изучения этого противоречия.

Предполагаемая научная новизна изучения проблемных вопросов определяется качеством выработки механизмов противодействия угрожающим явлениям в различных ситуациях при эксплуатации судов, начиная с нештатной и заканчивая аварийной. Безопасность судна означает полную защищенность от надвигающегося явления, представляющего опасность, а поэтому независимо от места нахождения судна, она должна обеспечить управляемость согласно включению ресурсного, энергетического и психологического воздействия. Величина, интенсивность, длительность и периодичность противодействия, их взаимосвязь и отношения представляют предмет научной новизны изучаемой проблемы.

Экономическая эффективность осуществляемого исследования очевидна, так как оно направлено на сохранность дорогостоящего имущества, перевозимых грузов, здоровья и жизни людей, а также окружающей среды.

Тема исследования должна соответствовать направлениям паспорта специальности 05.22.20 – эксплуатация и ремонт средств транспорта, в частности: “создание условий для высокоэффективного использования средств транспорта с соблюдением условий охраны окружающей природной среды”, направленное на безопасность использования, исследование эффективности функционирования эргатических систем управления транспортных средств, разработку методов повышения эффективности эксплуатации средств

транспорта и их функциональных систем... функционирование средств транспорта в различных условиях эксплуатации и обеспечение их готовности”. По своей направленности тематика исследования соответствует профилю научной школы кафедры управления судном НУ «ОМА» и осуществлялась в рамках фундаментальной научно-исследовательской работы «Теоретические основы гарантированной безопасности судоходства в территориальном море, внутренних водах и портах Украины» № ГР 0110U000281 (2010 – 2012 гг.).

Реализуемость теоретических и практических исследований по выбираемой теме составляют периоды, связанные с: разработкой и проверкой методики экспериментальных наблюдений и тренажерных испытаний как в НУ «ОМА» так и в тренажерном центре корпорации «В.Шипс» (2,5 года); подготовкой методических рекомендаций и внедрение методики предрейсовой подготовки командного состава судов в судоходные компании, и тренажерные центры для подготовки плавсостава (1,5 года). Располагаемый период реализуемости работы составит около 4 лет, что соответствует периоду обучения по заочной форме обучения в аспирантуре.

Результаты экспертной оценки значимости проблемных вопросов относительно АМС судов по территориальному признаку и факторам экспертизы сведены в таблицу 2.1. Экспертная оценка проблемных вопросов осуществлена по двухбалльной системе оценивания АМС.

Таблица 2.1 – Результаты экспертного оценивания аварийности судов по территориальному признаку.

№ п/п	Аспекты аварийности по территориальному признаку	Факторы					Баллы
		Актуаль-ность	Научная новизна	Экономичес-кая эффект.	Соответст-вие специ-альности	Реализация	
1	Открытое море	+	-	+	+	+	4
2	Прибрежные воды	+	-	+	+	+	4
3	Портовые воды	+	+	+	+	+	5

Таким образом, по сумме баллов наиболее перспективным направлением стала работа судна в навигационной обстановке порта и портовых вод, набравшим наибольшее количество баллов (+5).

Наиболее острой стоит вопрос адекватных действий судовых эргатических систем в неадекватных (предаварийных и аварийных) условиях плавания, поэтому темой диссертационного исследования стало: «Повышение безопасности эксплуатации судов методами управления событиями».

Объектом исследования является судно, которое находится в состоянии эксплуатации.

Предметом исследования является безопасные методы, способы и средства управления состоянием судна в чрезвычайных условиях.

2.2. Обоснование цели и задач исследования

Работа судна особенно в условиях порта проходит в сложной навигационной, оперативной и ситуационной обстановке, поэтому требует особого эвристического стиля мышления для принятия решений и адекватного поведения в чрезвычайных ситуациях.

Располагаемые результаты научных исследований направлены на выяснения содержания понятий «человеческий фактор» и «человеческий элемент», а поэтому носят общий описательный характер. В этом направлении основное внимание ММО сосредоточило на: вскрытии природы возникновения ошибок; прогнозирование момента возникновения (чрезвычайной/аварийной) ситуации; наступлении события приведшего к аварии и/или катастрофе [15]. Вторым научным подходом является создание условий безопасности как «механизма борьбы с опасностью»[53, 54, 55]. В настоящее время информация о совместной работе человека-оператора с автоматизированной интеллектуальной системой управления крайне ограничена, особенно связанная с АМС. Так по заключению М. К. Маринова и В. Д. Клименко [56] вместе с уменьшением

резерва времени, необходимого для быстрой, самостоятельной и объективной оценки рисков и опасностей принятия неправильного решения и своевременной реакции человека, находящегося в экстремальных и чрезвычайных условиях правильного разрешения ситуации не наступает. Эти действия зависят от накопленных в сознании человека запасов информации и опыта, доведенных до автоматизма навыков и реакций, способностей быстрой и комплексной оценки обстановки, обученности в принятии эффективного решения и еще многих других «не измеряемых» и «непрограммируемых» факторов, связанных напрямую со спецификой индивидуального и профессионального опыта отдельного индивида.

Процесс разработки прогностических моделей развития возможных аварийных ситуаций сопровождается еще большими трудностями, если деятельность осуществляется в ежедневных не характерных для человека условиях, например, в море. Исходя из разнообразия навигационной обстановки и ситуаций с судном, сложно разделить выполняемую судовым оператором деятельность на более мелкие последовательные операции, чтобы рассчитать вероятность появления ошибок при выполнении каждой из них. Из-за многовариантности этих процессов сложно установить вероятностные законы воздействия отдельных дестабилизирующих факторов на поведение человека.

Внимание таких исследовательских работ направлено не только на прогнозирование времени наступления чрезвычайной ситуации из-за возможных ошибок человека, но и на поиск путей использования систем искусственного интеллекта. Акцент делается на раскрытии природы человеческого поведения в чрезвычайных ситуациях с целью выработки такого комплекса превентивных мероприятий, которые эффективно могут повлиять на предотвращение возможных ошибок. На этой основе предполагается создавать модели возможного развития различных аварийных ситуаций, выполнить классификацию воздействующих дестабилизирующих факторов.

Обобщающие условные понятия «человеческий фактор» [57] и «человеческий элемент» [58] во всех сферах деятельности, в т.ч. и в области эксплуатации судна, включает некоторые общие аспекты, как, например, психофизиологическое состояние и особенности индивида, интеллект, личностные особенности, профессиональные качества, организационные и коммуникативные способности, нравственные и моральные качества, степень мотивации, социальная адаптация, готовность к действиям в экстремальных (стрессовых) ситуациях и т.д. Судовые эргатические системы, осуществляя управление информационными, материальными и энергетическими потоками, могут находиться в одном из устойчивых, неустойчиво-обратимых и необратимых состояний.

Известные методы адаптации систем (приведение потоков в устойчивое состояние): астатизм, инвариантность, оптимизация, адаптация и самоорганизация имеют свои определенные ограничительные возможности.

Участие человека в управлении неадекватными (не устойчивыми) процессами осуществляется по причинно-следственному принципу интуитивно или осознанно. Проявление адекватности действий подразумевает поведение, которое понятно окружающим и не идет вразрез с общепринятыми нормами, соответствует ситуации и ожиданиям окружающих.

Интуиция оператора, основанная на знании, умении и опыте работы в составе эргатической системы, как правило, дает положительный адаптационный эффект в управлении.

«Человеческий элемент» является результатом осознанных действий оператора связанных с дезадаптационным эффектом управления системой представленных в виде аварии или аварийного происшествия.

При эксплуатации судна выделяют основные группы возмущающих (особенно дестабилизирующих) факторов [59, 60, 61, 62, 63]:

– в профессиональной сфере: недостаточные знания и умения,

безответственность, недисциплинированность, отсутствие управленческих качеств, непригодность к действиям в стрессовых ситуациях и т.д.;

– в психофизиологическом состоянии: физиологическая неготовность, ограничивающие заболевания, психосоматические проблемы или расстройства, непригодность к действиям в сложных гидрометеорологических условиях и т.д.;

– отрицательное воздействие окружающей среды на отдельного индивида и экипаж в целом: штормовые условия, сложная ледовая обстановка, условия пониженной видимости и т.д.;

– техническое состояние используемого оборудования, ведущее к ограничениям в действиях человека и экипажа;

– в социальной среде: бытовая неустроенность, семейная обстановка, сложные общественные и межличностные отношения, недостаточная мотивация и т.д.;

– в организационной среде: созданные административные и руководящие положения и инструкции, ограничивающие деятельность и естественные законы поведения человека.

Однако для оценки действий судовых операторов в аварийных ситуациях трудно использовать слишком широкое понятие «человеческий фактор» или «человеческий элемент» правильнее сосредоточить внимание на его проявлении – человеческом поведении в данной конкретной ситуации. Для этих целей из области теории катастроф [38] могут быть использованы концептуальные модели поведения живых существ, объясняющие внезапные изменения их поведения в определенных экстремальных ситуациях. В предлагаемой М. А. Мариновым и В.Д. Клименко статье [56] (рис. 2.1) представлена взаимосвязь между двумя фундаментальными состояниями: страхом (раздражением) и степенью проявляемой, всвязи с этим, активности (агрессивности).

При различных сочетаниях указанных состояний в диапазоне от легкого

раздражения до неконтролируемого гнева и от легкого беспокойства до сильного страха существуют определенные варианты более или менее пассивного или активного поведения, выраженные поверхностью А.

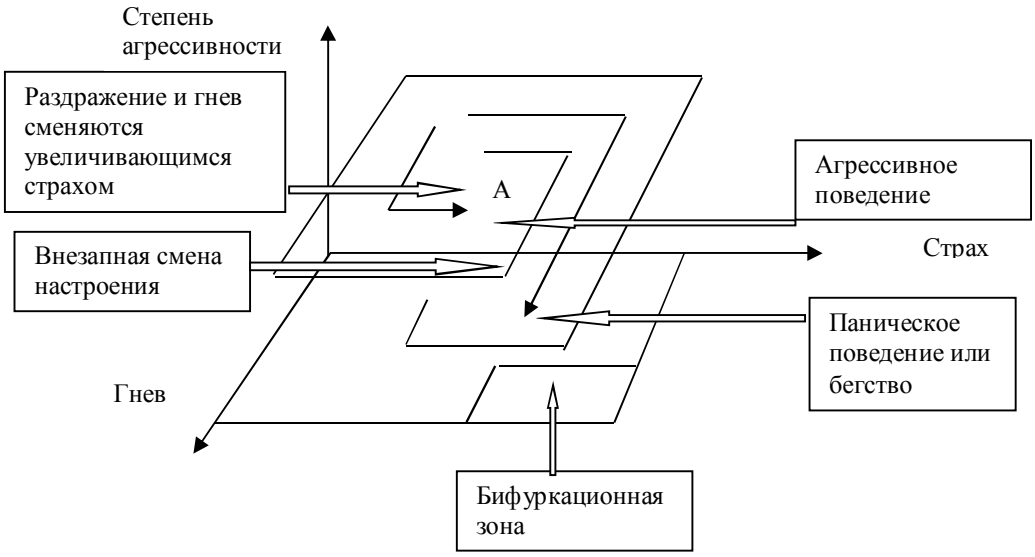

Рис. 2.1 – Характер зависимости между агрессией и страхом в поведении живых существ [42]

По мнению авторов [56], в зависимости от того, в какой последовательности увеличивается (уменьшается) состояние беспокойства и раздражения, реакция может быть различной: от полного бездействия до разнообразных неадекватных действий (несоответствующие нормативно правовым нормам), бегства или крайней агрессии. В предполагаемой модели также указывается на существование так называемой «бифуркационной» критической зоны, в которой возможны одновременные состояния гнева и страха и в которой любое малейшее внешнее воздействие способно довести до проявления непредсказуемых реакций.

Таким образом, авторы статьи [56] считают, что уменьшить влияние негативных факторов за время до наступления аварийного события практически

невозможно. На протяжении такого короткого периода нельзя повлиять положительно на человеческое поведение и никакой искусственный интеллект не заменит способность человека принимать быстрые и правильные решения. По их мнению возможность эффективного влияния на человеческие реакции в подобной обстановке дает только «превентивная подготовка». Они утверждают, что почти на все возможные негативные воздействия в организационной, профессиональной, социальной сфере деятельности, а также на психофизиологическое состояние человека и техническое состояние судна можно оказывать реальное положительное влияние только в процессе предварительной подготовки операторов, включая и тренажерную, с последующей отработкой навыков действий в экстремально-аварийных ситуациях.

Возможность учета состояний беспокойства, раздраженности и агрессивности одновременно с учетом воздействий дестабилизирующих факторов в различных типичных ситуациях плавания способствует более точной оценке логики поведения судовых операторов при возникновении критической ситуации в море.

В основе ожидаемого психофизиологического состояния судового оператора лежит эволюционный характер нарастания события и чувство опасности столкновения основанное на оценке дистанции между двумя судами до момента наступления события (столкновения), то физический параметр – расстояние между судами в море предложено разделять на следующие «зоны» (рис. 2.2), а состояние судна на ситуации [38]:

– безопасная зона – отрезок пути, в которой ведется наблюдение, но не обнаружены цели, классифицированные как опасные явления;

– зона потенциальной опасности – отрезок пути, на котором ведется наблюдение за одним или несколькими судами, препятствиями в позиции опасного сближения;

– зона непосредственной опасности – отрезок пути чрезмерного сближения и существующей возможности столкновения;

– зона последнего маневра – отрезок пути, на котором осуществляется наблюдение при минимальном времени реакции оператора для предотвращения аварийного события;

– бифуркационная зона – отрезок пути связанный с непредвиденными реакциями оператора на надвигающееся негативное событие.

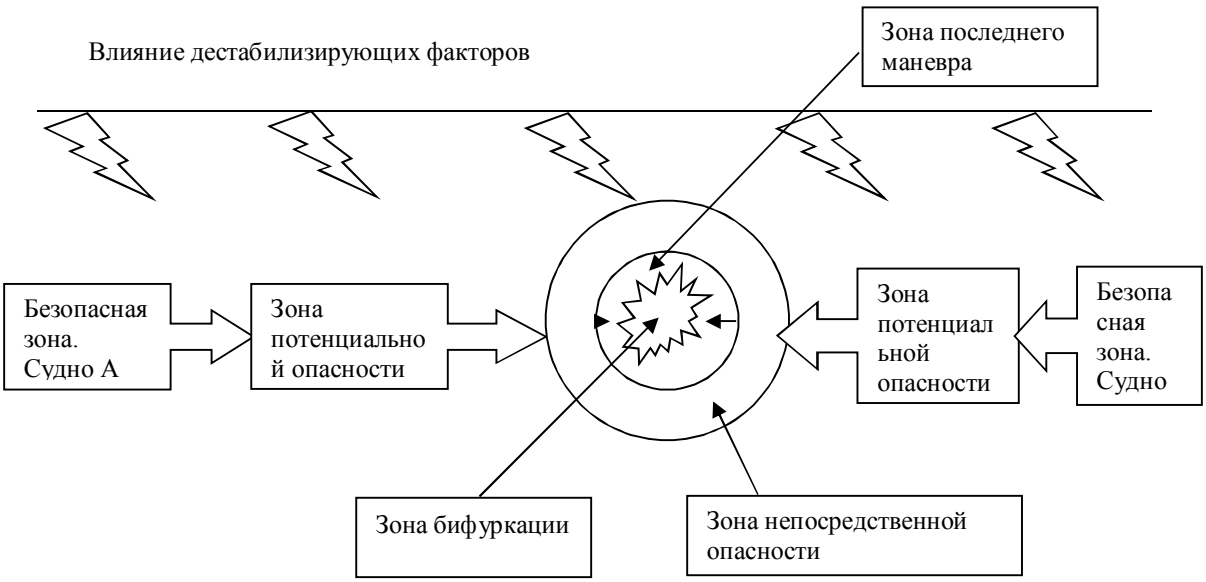

Рис. 2.2 – Психологическая схема ситуации расхождения судов в море [38]

Указанные на плоскости границы «зон» представляют безусловный интерес, однако находящиеся на ней элементы не могут быть использованы в действиях оператора из-за их описательного характера.

В штатной ситуации действие разнообразных дестабилизирующих факторов незначительно. Из группы профессиональной сферы деятельности человека самое мощное отрицательное воздействие имеют следующие качества: безответственность, недисциплинированность, пониженное внимание, отсутствие управленческих качеств, неуважение к действиям окружающих. Они касаются в большей степени уровня воспитания и профессиональной этики

соответствующего индивида, чем его теоретической и практической подготовки. В профессиональной деятельности моряков такие негативные качества устраняются в процессе обучения в морском учебном заведении специальной подготовкой. В штатной ситуации присутствует фактор «физического» наблюдения за параметрами процессов, а поэтому чувства беспокойства и раздражения обычно отсутствуют.

В экстремальной ситуации проявляются элементы повышенного беспокойства и увеличивающегося раздражения. При правильной и целенаправленной психологической подготовке указанные состояния могут способствовать большей концентрации внимания судовых операторов в случае возможных осложнений навигационной обстановки, а не препятствовать безопасности плавания. На этом этапе отсутствие психологического обучения судоводительского состава и экипажа может привести к неуверенности и замешательству, а обстановка может усугубиться существующими проблемами профессиональной этики, теоретической и практической профессиональной подготовки. Статистика морских аварий показывает, что больше всего ошибок в оценке ситуации судовые операторы допускают именно в такой ситуации. В данном случае влияние дестабилизирующих факторов на человеческое поведение более прогнозируемое, но в такой ситуации к управлению допускаются более опытные операторы – старший командный состав способный принимать решения и поддерживать не только параметры процессов, но и реализовывать программное, алгоритмическое управление в особых условиях.

В нештатной и более напряженной ситуациях, которые характеризуются неопределенностью внешней и внутренней обстановок в значительной мере возрастают чувства беспокойства и раздражения, которые, по мере сокращения времени принятия решения, могут превратиться в доминирующие. Поэтому для повышения безопасности эксплуатации судов используются системы

искусственного интеллекта для принятия решений гарантирующих безопасность.

Таким образом, авторы М. К. Маринов и В. Д. Клименко в статье [56] считают, что уменьшить влияние негативных факторов за время до наступления аварийного события практически невозможно. На протяжении такого короткого периода нельзя повлиять положительно на человеческое поведение и никакой искусственный интеллект не заменит способность человека принимать быстрые и правильные решения. По их мнению возможность эффективного влияния на человеческие реакции в подобной обстановке дает только «превентивная подготовка». Они утверждают, что почти на все возможные негативные воздействия в организационной, профессиональной, социальной сфере деятельности, а также на психофизиологическое состояние человека и техническое состояние судна можно оказывать реальное положительное влияние только в процессе предварительной подготовки операторов, включая и тренажерную, с последующей отработкой навыков действий в экстремально-аварийных ситуациях.

ММО установила международные конвенционные требования ПДНВ к подготовке, переподготовке и оценки моряков, включая тренажерную подготовку, сведенных в правила I/6, I/11, I/12 и разделы A-I/6, A-I/11, A-I/12, в которых сформулированы стандарты получения, повышения моряками знаний, умений и навыков соответствующим квалификациям, требующихся для дипломирования, а также сохранения профессиональной пригодности с использованием курсов переподготовки. Конвенция ПДНВ утвердила международные стандарты компетентности членов экипажей морских судов (операторов судовых эргатических систем), а национальные – в квалификационных характеристиках работников морского транспорта [64]. Стандарты компетентности для оператора судовой эргатической системы уровня управления лежат на системе из трех базовых компетентностей: – знания

– способности воспроизводить или вспоминать факты без обязательного их понимания; понимание – способности «схватывать» («улавливать») или создавать (формировать) смысл материала, интерпретировать выученную информацию; профессиональные навыки – предполагают наличие способности применять знания для решения конкретных профессиональных задач, в основном относящихся к известным ситуациям. Командный состав современного судна обладает набором компетентностей, которые занимают определенные уровни иерархии в судовой эргатической системе управления, прогнозирования и оптимизации [65]. Согласно Конвенции ПДНВ подготовку моряков допускается проводить во время работы на судне, в учебных заведениях, а также в специализированных тренажерных центрах с использованием соответствующего тренажерного оборудования для демонстрации профессиональных навыков.

При имеющихся необходимых условиях, с учетом требований международных норм непрерывной подготовки моряков, ссылаясь на высказывания авторов [56] о необходимости предварительного тренинга, возникает потребность в разработке методики предрейсовой подготовки экипажей в сочетании с тренажерной подготовкой по действию в чрезвычайных ситуациях.

На текущий момент ведущие судоходные и крюинговые компании мира осуществляют предрейсовую подготовку экипажей судов. Это связано с тем, что в соответствии с циклом трудовой деятельности моряков [60, 28, 24, 66], когда судовой оператор проходит полугодовой этап «отдыха» в межрейсовом периоде, действующие нормативные процедуры по обеспечению безопасности судна обновляются. После возвращения к очередному этапу «работа на судне» моряк по уровню своей компетентности детренируется и не отвечает текущим стандартам безопасности, что требует предварительного ввода его в работоспособное состояние. Таким образом, предрейсовая тренажерная

подготовка является тем временным моментом цикла трудовой деятельности моряка, когда имеется возможность перед началом рейса максимально приблизить оператора к предстоящей работе, путем сосредоточения его внимания на восстановление утраченных знаний, умений, навыков, необходимых для выполнения своих профессиональных обязанностей в полном объеме для минимизации адаптационного периода на судне и готовности эффективно управлять судном в неадекватных ситуациях.

С таких позиций предрейсовая тренажерная подготовка направлена на приобретение знаний и понимания важности наблюдения за опасными объектами и явлениями, принятия безопасных решений и их реализации. Осуществление предрейсовой тренажерной подготовки предполагается проводить в рамках крюинговой компании без вывода оператора из межрейсового периода цикла трудовой деятельности.

Целью настоящего исследования стало повышение безопасности эксплуатации судов путем перехода текущей ситуации от чрезвычайной или аварийной до штатной или экстремальной.

Для достижения поставленной цели выдвинута научная гипотеза в том, что безопасная эксплуатация судна в чрезвычайном состоянии обеспечивается по условиям непрерывного сопровождения негативных явлений, пониманию аварийных последствий, наличии детерминированной стратегии, обеспеченности энергетическими, материальными и людскими ресурсами и способности к реализации принятого решения.

Многообразие АМС как по месту, так и по времени наступления вынуждают применять определенные идентификационные подходы, связанные с известным понятием ситуация. Ситуация характеризует собой результат взаимодействия объекта или системы с внешней средой. Так как ситуаций много, то для их идентификации используется ситуационный подход, согласно которому причинно-следственные связи, представляются в виде причин,

приведших к появлению следствия – АМС.

В виду отсутствия в практике эксплуатации судов идентифицированного представления о чрезвычайных ситуациях и АМС, что затрудняет возможности постановки задач и их исследование.

Для выбора методологической базы связанной с постановкой задач исследования осуществим предварительное ранжирование ситуаций, взяв за основу схему Ю.И. Нечаева [38] представленную для установления характеристик поведения судна в штатной, экстремальной, нештатной ситуациях и дополнив ее чрезвычайной и аварийной ситуациями (рис. 2.3). Для решения задач безопасного управления в чрезвычайных и аварийных ситуациях наряду с теорией принятия решений успешно применяются сценарные методы. Всвязи с этим рассмотрим методы решения задач в предполагаемых ситуациях.

Функционирование системы безопасного управления по ситуациям предполагает непрерывные оценку и контроль за внешней и внутренней средой судна и явлениями, ведущими к развитию АМС.

В штатной ситуации компенсация факторов внешней среды обеспечивается принципами и законами автоматического регулирования; в экстремальной – законами логики при автоматическом управлении; во внештатной адаптации и инвариантности ситуационный подход системного анализа; в чрезвычайной и аварийной ситуациях планируется использование методов сценарного подхода.

Формирование сюжетов сценариев безопасного управления в чрезвычайной ситуации, характеризующейся угрозой относительно объекта (судна) или системы в целом, и аварийной ситуации, характеризующейся прямым конфликтом относительно объекта, доходящим до его гибели, требует применения экстремальных компенсаторных действий (антисобытий) со стороны эргатической системы судна, иногда сравниваемых с противоаварийным управлением.

К сожалению, методологии управления антисобытиями, как и противоаварийного управления, находятся в стадии разработки.

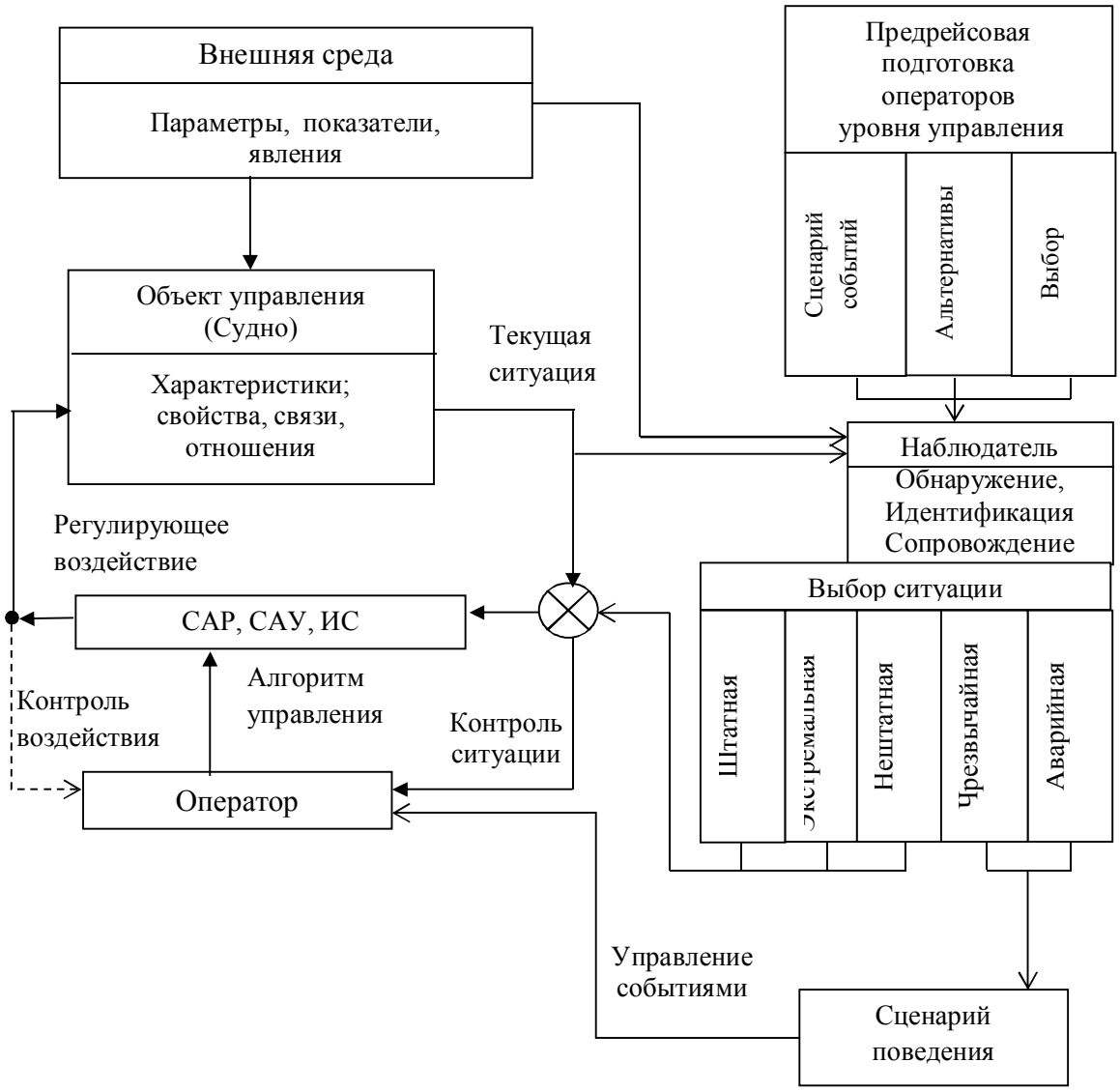

Рис. 2.3 – Концептуальная схема управления текущей ситуацией при эксплуатации судна

Вместе с тем известно, что процесс формирования антисобытия требует непосредственного участия в нем «осознанного» оператора способного: обнаружить и идентифицировать чрезвычайную ситуацию с судном; оценить масштаб наступающего события, осуществить генерацию сценариев антисобытий; принять окончательно правильное решение в виде безопасного сценария «антисобытия» (поведения) и его реализовать. Таким образом, разрабатываемая методика предрейсовой подготовки необходима для того чтобы в предрейсовый период обеспечить готовность оператора к адекватным

действиям в неадекватных условиях плавания, что и явилось главной задачей исследования.

В основу разработки методики положены ситуационный подход к оценке навигационной обстановки, техническому состоянию судна и сценарный – управлению наступающим событием.

Методологической основой настоящего исследования стал системный анализ [50, 68, 69], который предусматривает смысловую поэтапность решения задач от простого к сложному и, наоборот. Поэтому разработка методики предусматривает решение следующих вспомогательных задач выбора и принятия решения с последующей адекватной реализацией управления антисобытиями:

– разработка метода оценки текущей ситуации, призванная для получения глубокого понимания наблюдаемых явлений с целью обеспечения наблюдаемости и необходимого сопровождения явления, особенно при его движении в сторону развивающегося конфликта;

– разработка методики формирования сценария АМС, как эталона призванного оценить масштаб наступающего аварийного события для оценивания объема противоаварийного обеспечения в противодействии возникновению аварийной ситуации с использованием сценарного подхода в начальный момент управления антисобытием;

– разработка способа генерации сценариев антисобытий, для формирования «сильных» механизмов противодействия наступающему событию в зависимости от временных, энергетических, материальных ограничений и людских резервов с использованием стратегического подхода;

– разработка методики выбора сценариев антисобытий, для выбора той или иной стратегии адекватного поведения в зависимости от начальных условий противодействию неадекватной ситуации.

2.3. Технологическая карта научного исследования

Технология научных исследований представляет круг познания: от идеи к теории через доказательство, подтверждение результата и утверждение. Технологическая карта (рис. 2.4), в соответствии с этапами системного анализа, устанавливает последовательность проведения научных доказательств для решения вначале вспомогательных задач, а затем и главной задачи, позволяет сформировать основные компоненты научного исследования: тему на основе «запроса практики», цель, научную гипотезу, главную и вспомогательные задачи исследования, предполагаемые научные результаты, а также необходимость проведения эксперимента/ов для подтверждения полученных научных результатов с последующей формулировкой научного положения.

Решение первой вспомогательной задачи – создание метода оценки текущей ситуации посредством использования ситуационного метода определения пространства состояния, метода экспертного оценивания оперативной обстановки наблюдателем, включая обнаружение явления, его идентификацию и формализацию ситуации, оценку хода развития ситуаций под действием негативного явления, который представляет количественную величину риска наступления чрезвычайной ситуаций.

Научным результатом решения первой вспомогательной задачи предполагается метод оценки текущей ситуации на управляемом объекте, использующий вероятностный подход и философский закон перехода количественных изменений в коренные качественные при идентификации и формализации ситуации.

Решение второй вспомогательной задачи предусматривает полную детерминацию сценариев АМС – путем экспертизы актов и материалов расследования АМП по эвристической, логической и физической составляющим актов, сцен и картин, вскрывающих природу явления, характер его влияния на судно и причину наступления АМС.

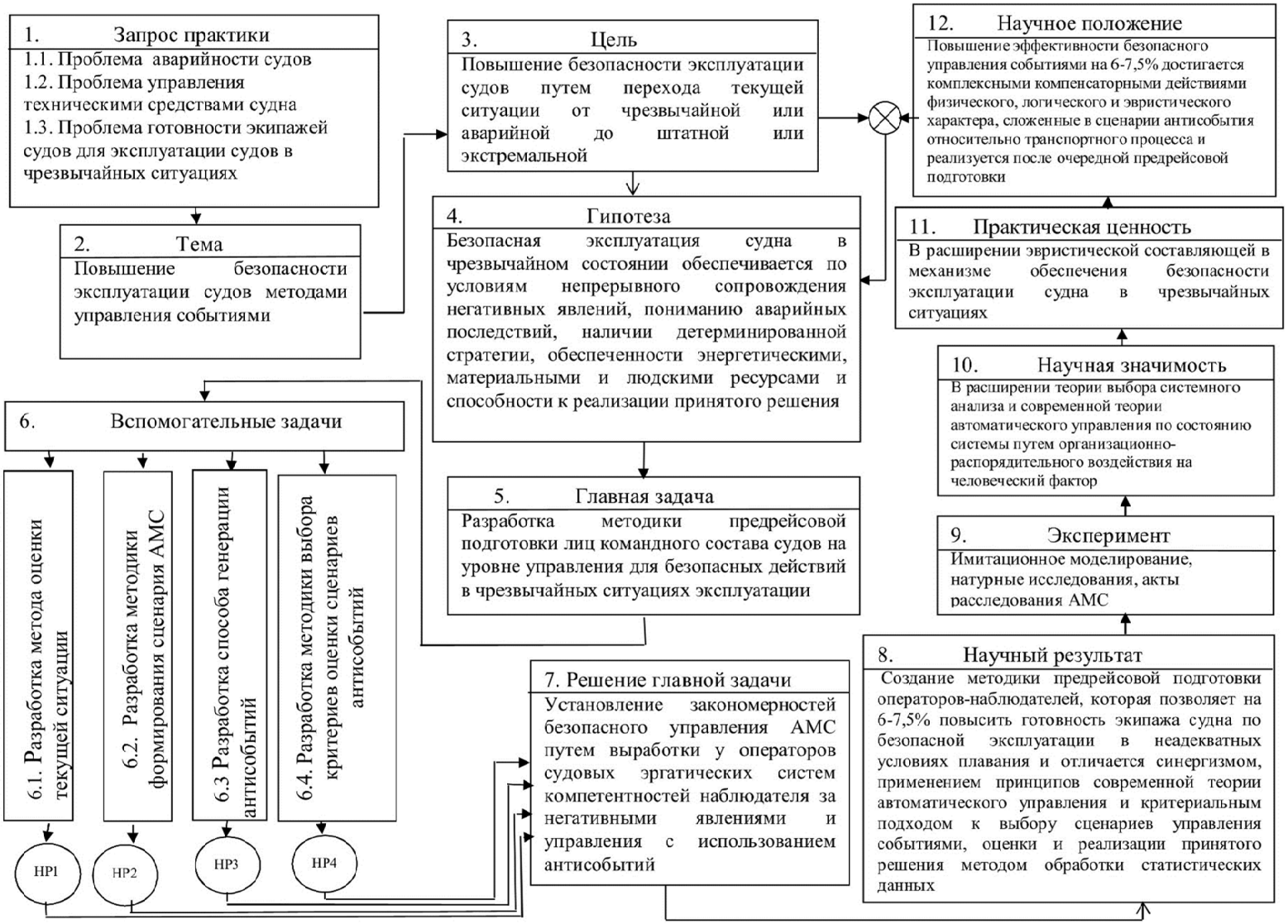

Рис. 2.4 – Технологическая карта научного исследования на тему «Повышение безопасности эксплуатации судов методами управления событиями»

Научным результатом решения второй вспомогательной задачи предполагается методика формирования сценария, содержащая оценку аварийного состояния объекта по: наблюдаемости, управляемости и работоспособности для формирования резерва сценария антисобытия.

Решение третьей вспомогательной задачи предполагает разработку метода построения сценария антисобытия для генерации альтернатив, которые представляют детерминированные процессы перехода ситуации на судне из чрезвычайной (аварийной) в штатную или экстремальную ситуацию с использованием графоаналитического, логического и сценарного методов.

Научным результатом решения третьей вспомогательной задачи предлагается создание механизма генерации сценариев антисобытий.

Решение четвертой вспомогательной задачи направлено на формирование критериев и принципов выбора оптимального сценария антисобытия для управления АМС. Критерии выбора сценария управления событиями глобальный, используя локальные критерии: минимакса, функционального, структурного и управленческого совершенствования сложных систем гарантирующих безопасный исход.

Научным результатом предполагается установление глобального критерия оптимальности сценария антисобытия, используемого оператором для безопасного управления отдельной чрезвычайной ситуацией.

Главная задача исследования направлена на разработку методики предрейсовой подготовки судовых операторов путем синтеза научных результатов вспомогательных задач основанных на принципах получения знаний, понимания, умений и навыков. Решается задача путем экспертного оценивания результатов проведения предрейсовой подготовки по методике обеспечивающей сбалансированность в противодействии негативным явлениям и синергизм в управлении событиями.

Решением главной задачи является установление закономерностей

безопасного управления АМС путем выработки у операторов судовых эргатических систем компетентностей наблюдателя за негативными явлениями и управления с использованием антисобытий.

Научная новизна диссертационного исследования предполагается в установление закономерностей качества подготовки операторов судовых эргатических систем готовых к практической работе в чрезвычайных и аварийных ситуациях за счет приобретения компетентной по выработке механизмов безопасности в виде сценария антисобытия сформированного по результатам детерминации негативного явления и последствиям его действия на судно, анализа компенсаторных возможностей и располагаемых внешних сил и средств по переводу объекта в устойчивое состояние, что исключает влияние человеческого фактора и элемента.

Практическая ценность предполагаемых результатов исследования заключается в расширении спектра эвристической компоненты в механизме обеспечения безопасности судна, находящегося в чрезвычайной ситуации, путем эффективного использования «человеческого элемента».

Научное положение работы определит условия адекватности действий судовых операторов в неадекватных условиях плавания.

2.4. Экспериментальная лаборатория для проведения исследования по уточнению и проверке научных результатов

При проведении экспериментальных научно-исследовательских работ будет использована следующая тренажерная техника. Обучающий стенд «MARINA SCHOOL EQUIPMENT» (MSE) представляющий действующую модель управления ГД для проведения практических занятий по изучению системы управления двигателя, включая механический и электронный регуляторы оборотов. Для получения результатов экспериментов и изучении процессов управления ГД проводится в соответствии с методикой проведения

испытаний используя реальную схему управления двигателя фирмы B&W в аварийном, дистанционном и дистанционно-автоматизированном режимах.

Симулятор имитатор машинного отделения типа ERS 5000 FULL MISSION (engine room simulator, тактический тренажер) разработанный компанией «ТРАНЗАС».

Тактические тренажеры используются для отработки групповых действий и объединены в единую сеть разнородных тренажеров для передачи данных и синхронизации действий операторов МО и мостика. Моделирует все технологические процессы, происходящие в машинном отделении (МО) современного судна – системы и механизмы энергетической установки судна, включая системы дистанционного управления, посты локального управления, системы защиты и системы аварийно-предупредительной сигнализации (АПС). Моделируются МО судов различных типов: контейнеровозов, танкеров (VLCC) и сухогрузов. Тренажер используется для обеспечения групповой и командной подготовки “Group and Team training” в условиях максимального реализма обстановки в центральном посту управления (ЦПУ) и МО. Программное обеспечение имитации рабочего места обучаемого построено по модульному принципу, для контроля работы систем МО и управления ими с экрана компьютера. Системно тренажер представляет набор математических моделей и соответствующих им человеко-машинных интерфейсов (мнемосхем систем, панелей контроля и управления, отображаемых на экранах компьютеров).

Выводы к главе 2

На основе экспертного оценивания проблемных вопросов связанных с АМС в различных районах плавания по факторам: актуальности, новизны, целесообразности, содержательности и реализуемости выбрана тема, объект и предмет исследования в зависимости от характера возмущающих воздействий со стороны пространства состояний.

При выборе цели, гипотезы и постановки задач исследования использован системный подход для формирования целенаправленности и объективности этих исследований путем глубокого изучения проблемных моментов, которые требуют доказательств с последующим подтверждением.

Достижение цели осуществляется в виде положения, в котором сформулированы необходимые и достаточные условия для ее реализации. В качестве необходимых условий подразумевается обеспечение наблюдаемости для глубокого понимания ситуации не только самим наблюдателем, но и исполнителем, а достаточным является готовность и способность команды, которая сформирована временно, реализовать адекватные действия в неадекватных условиях, располагая определенным энергетическим, материальным и интеллектуальным ресурсом.

При разработке технологической карты научного исследования использовались этапы системного анализа.

Каждая из вспомогательных задач доказывается путем получения научных результатов, которые в дальнейшем используются при синтезе главной задачи с последующим подтверждением полученных результатов.

Для подтверждения теоретических расчетов и реализации поставленных задач с использованием системного подхода потребовало наличие современной тренажерной базы физического и имитационного моделирования, а для апробации методики – использование служебной информации и тренажерной техники; опыта эксплуатации судов и доступа к обучению лиц командного состава судов на уровне управления.

ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ТЕКУЩЕЙ СИТУАЦИИ И СОЗДАНИЕ СЦЕНАРИЯ АМС

Оценка текущей ситуации в объекте управления направлена на установление устойчивости его работы в создавшихся условиях и обстоятельствах что является необходимым элементом постановки задач определения состояния системы по результатам наблюдения в пространствах состояния и сигналов. При этом объект находится в пространстве состояний, а наблюдатель – в пространстве сигналов. Форма описания ситуации в пространстве состояний наиболее достоверна при использовании физических законов и закономерностей, определяющих течение исследуемых процессов при заданных условиях. Эти законы для каждого звена системы или участка процесса представляются в виде математических моделей и описываются, как правило, в начальных задачах дифференциальными уравнениями. Поэтому такая форма математического описания объектов при оценке ситуации является самой естественной [71, 72, 73]. В пространстве состояний все процессы линейных систем и линейных условий наблюдения имеют одинаковую степень наблюдаемости. Это широко известные, необходимые и достаточные условия полной наблюдаемости были получены Калманом, согласно критерию которого при переводе объекта, системы или процесса из одного устойчивого состояния x_0 в другое x_1 необходимо наличие управления $u(t)$ переводящего их за конечное время $t_1 - t_0$ из состояния $x(t_0) - x_0$ в состояние $x(t_1) - x_1$, с использованием уравнений процесса типа $\dot{x} = f(x, u, t)$ и критерием управления $z = h(x, u, t)$, где: x – параметр процесса, u – параметр управления, t – время,

Расширение пространства состояний с помощью формирующих фильтров относится к уравнениям стохастических процессов – случайных процессов с нулевым математическим ожиданием и дельтовидной корреляционной матрицей, где фигурирует белый шум и чаще всего гауссовский.

Стохастические процессы с дискретным временем представляются белыми

последовательностями случайных величин. Реальные возмущающие воздействия в стохастических системах являются цветными коррелированными шумами (ξ).

Процесс в расширенном пространстве состояний представляет стандартную форму описания:

$$\dot{x} = f(x, u, t) + \xi.$$

В любой ситуации требуется нахождение уравнения, алгоритма или сценария наблюдения, адекватно компенсирующего все виды возмущений.

3.1. Разработка метода оценки текущей ситуации

Решение первой вспомогательной задачи направлено на усиление контроля за влиянием негативного явления на объект, который осуществляется оператором в процессе наблюдения за текущей обстановкой.

Под явлением понимается наступающая потенциальная энергетическая и материальная угроза способная создать аварийную ситуацию. Особенностью явления является способность накапливать негативную энергию для совершения работы, проявляя себя в виде угроз и конфликтов.

Процесс наблюдения за обстановкой при приближении или возникновении явлений фиксируется в пространстве как визуально судовым оператором и службами, так и специальными приборами, системами.

Процедура оценки ситуации преследует цель упреждения с тем, чтобы дать возможность наблюдателю судна (капитану, старшему механику) располагать запасом времени для выбора стратегии, позволяющей адекватно отреагировать на угрозу или конфликт.

Ввиду того, что физиологические возможности человека по контролю за обстановкой ограничены двумя-тремя показателями или шестью-семью параметрами, характеризующими процесс или явление, то наблюдение за поступающей информацией целесообразно осуществлять из достоверных

источников. Прямого решения подобных задач для прогнозирования ситуаций не обнаружено. Вместе с тем в практической деятельности при постановке ситуационных задач нашел широкое применение вероятностный метод оценки риска [74], который позволяет перейти от качественной к количественной оценке ситуации, используя, например, экспертное оценивание [38, 74, 75, 76]. Известно, что процесс наблюдения осуществляется в четыре этапа: обнаружение, идентификация, формализация и сопровождение [71].

Этап обнаружения представляет процесс накопления информации о негативном явлении в виде количественных наблюдений и/или измерений, в котором возникающие совпадения нескольких известных и понятных признаков для наблюдателя, используются для последующей идентификации состояния объекта.

Идентификация – отождествление, опознавание, установление соответствия распознаваемого объекта своему образцу. Идентификация функциональных зависимостей в математике составляет предмет разработки эмпиричных формул. Причем, под идентификацией состояния объекта подразумевается получение или уточнение степени влияния негативного явления на исследуемый объект в виде отдельных ситуаций.

На этапе формализации осуществляется переход от представления и изучения объекта и/или процессов в физической форме (научной теории, рассуждения, процедур поиска и т.п.) к формальной системе или исчисления, связанных с усилением формальной логики и математических методов в научном исследовании.

На этапе сопровождения осуществляется динамическая оценка наблюдаемости объекта и/или процесса в рассматриваемой системе с точки зрения ее устойчивости.

Таким образом, выполняемая оценка текущей ситуации позволяет повысить наблюдаемость. В свою очередь наблюдаемость преследует понимание того,

что на судно воздействуют явления, а также степень ожидаемой угрозы от них. При сопровождении отслеживается поведение наблюдаемого явления на степень угрозы, т.е. нейтрален, проявляет агрессию, конфликт, формирующего влияние для изменения ситуации.

Указанный метод оценки риска отражает известный философский закон перехода «количественных изменений в коренные качественные».

Для решения поставленной задачи воспользуемся качественным понятием «ситуация» как выходным состоянием объекта управления от действия возмущения. В штатной ситуации действие разнообразных дестабилизирующих факторов на судно незначительно. Для обеспечения полноты наблюдаемости достаточно наличия средств автоматического регулирования, например, авторулевого, регулятора частоты вращения главного двигателя и других стабилизаторов параметров процессов.

В экстремальной ситуации для обеспечения полноты наблюдаемости требуется принятие минимаксных решений, связанных с экстремумом показателей режимов работы судна путем вызванных преднамеренных действий операторов: изменение направления движения, режима хода, организационно-профилактическими мероприятиями, не требующими дополнительного привлечения сил, средств и людских ресурсов.

В нештатной ситуации из-за возникновения ожидаемых негативных явлений в виде сильного ветра и волнения, дождя, снега, обледенения, ледяных полей, преднамеренной остановки судна, для обеспечения полноты наблюдаемости системы требуют от оператора или систем искусственного интеллекта (ИИ) детерминированных (адекватных) действий логического характера.

Недостаточно охарактеризованными остаются чрезвычайные и аварийные ситуации. С учетом изложенного, решение задачи оценки ситуации начнем с согласования вида ситуаций с существующей процедурой оценки риска в

судоходстве (*фактор риска – RF*) рекомендованного ММО, который заключается в оценивании некоторым числовым значением (индексом) степени опасности для рассматриваемой системы. В этом суть обнаружения и идентификации состояния объекта.

Фактор риска в аналитическом виде определяется по зависимости:

$$RF = P \cdot C ,$$

где P – вероятность наступления опасности, C – степень тяжести результата опасного происшествия [77].

Показатель вероятности риска (таблица 3.1) выбирается, исходя из условно определяемой степени наступления вероятности негативного события.

Таблица 3.1 – Условные показатели вероятности риска (P) [77]

Степень вероятности	Код	Описание
Высокая (High)	4 High	Почти несомненно вызывает опасную ситуацию или способствует ее возникновению
Вероятный (Probable)	3 Prob	Вероятно возникновение опасной ситуации
Возможный (Possible)	2 Pos	Нет полной вероятности, но есть возможность возникновения опасной ситуации
Невероятный (Improbable)	1 Imp	Возможность не исключена полностью, но в большей степени невероятно возникновение опасной ситуации

Выбранный показатель условно показывает, какая могла быть вероятность того, что выявленный риск, связанный с негативным явлением, вызовет инцидент или будет способствовать возникновению опасного (аварийного) происшествия.

Показатель последствий (таблица 3.2) также выбирается и определяется, исходя из его условного назначения по тяжести возникновения АМС.

Таблица 3.2 – Условные показатели последствий риска (С) [77]

Категория последствия	Код	Описание
Катастрофическое (Catastrophic)	4 Cat	Полная потеря имущества, судна: полное конструктивное разрушение; несчастный случай со смертельным исходом; широкомасштабный и тяжелый ущерб окружающей среде
Большое (Major)	3 Maj	Тяжелые конструктивные повреждения: тяжелые травмы, переломы, потери конечностей; крупное загрязнение окружающей среды
Умеренное (Moderate)	2 Mod	Существенные конструктивные повреждения: травмы и заболевания, требующие медицинской помощи; существенные, но локализованные загрязнения окружающей среды
Несущественное (Minor)	1 Min	Незначительные или неубыточные конструктивные повреждения; незначительные травмы, не затрагивающие работоспособности и нетребующие медицинской помощи; отсутствие или очень ограниченное локальное загрязнение окружающей среды

Затем, выбирается фактор риска (табл. 3.3) и устанавливается зона риска, которая относится к выявленной опасности со стороны внешней среды, а также категории возникающей ситуации представленной условным показателем состояния объекта:

– зона недопустимого риска /intolerable region/, (risk factor 9-16) – риск абсолютно недопустим и немедленные или срочные действия требуются для его снижения или недопущения;

– зона значительного риска /significant region/, (risk factor 3-8) – поскольку риск приемлем в течение непродолжительного времени, предупреждающие действия для снижения риска должны быть предприняты в течение строго определенного периода времени;

– зона незначительного риска /negligible region/, (risk factor 1-2) – риск приемлем, но снижение риска может быть рекомендовано, если требуемые

усилия и финансовые затраты оправданы.

Таблица 3.3 – Условные значения риск фактора FR [77].

Последствия (C)		Вероятность (P)							
		1 (Невозможная)		2 (Возможная)		3 (Вероятная)		4 (Высокая)	
4	Катастрофа	4	Значительная	8	Значительная	12	Недопустимая	16	Недопустимая
3	Большое	3	Значительная	6	Значительная	9	Недопустимая	12	Недопустимая
2	Умеренное	2	Незначительная	4	Значительная	6	Значительная	8	Значительная
1	Несущественное	1	Незначительная	2	Незначительная	3	Значительная	4	Значительная

Такой условный линейный подход к оценке риска применим к планируемым действиям, и не отражает динамизма ситуаций, приводящих к АМС. Модели ситуаций при расследовании причин АМС также носят хронологически линейный характер, что может привести к неопределенности результатов наблюдаемости согласно закону «муравья на дереве», относительно движения в прошлое и будущее из настоящего.

В задачах системного анализа [50] необходимость количественной оценки риска предполагает поиск показателя связанного с компенсацией нежелательного события или ситуации, которые представляют произведение величины последствий реализации события на вероятность его наступления.

$$R(A) = U(A) * P(A).$$

Из-за недостатка априорной информации, эксперт (наблюдатель), перестраховываясь, обычно переоценивает масштаб события. Таким образом, риск наступления события катастрофического характера получает более высокую оценку из-за субъективной переоценки, нарастая во времени. Субъективная оценка ситуаций должна стать основой для компенсаторных технических решений $z = h(x, u, t)$ при наличии уже образцов (аналогов) сценариев ситуаций, предшествующих наступлению АМС. Метод оценки риска,

исходящий из хронологии развития АМС, дает возможность упреждать угрозу, избегая конфликтов или минимизируя их нарастание.

При эксплуатации технических средств наблюдаются два характерных влияния негативного явления: ситуации, представляющие угрозу для объекта, и конфликтную ситуацию при попадании его в опасную зону. Вероятность наступления АМС, представляющего угрозу, определяется выражением [74]:

$$P(A) = \frac{T_A}{T},$$

а вероятность попадания в опасную зону конфликта [31]:

$$P(E) = \frac{T_E}{T},$$

где: T_A– суммарная продолжительность события, представляющего угрозу; T_E – продолжительность пребывания в опасной зоне конфликта; T – рассматриваемый интервал времени, для которого принимается решение.

Ввиду того, что данное исследование предполагает не только идентифицировать объект в виде ситуации при действии внешних воздействий, но и сопровождения его развития, воспользуемся при формализации состояния объекта экспоненциальным законом распределения [43]:

$$P = P_0 \exp(q\tau) \quad , \tag{3.1}$$

где: P_0 – вероятностное состояние объекта (ситуация) в начальный (нулевой) момент наблюдения, отн.ед.; P – текущая ситуация, отн.ед.; q – коэффициент, характеризующий условия взаимодействия позитивных и негативных сил, прилагаемых к объекту управления, отн.ед /ед. времени; τ – период действия сил, исходимых от негативного явления, ед. времени. Такая модель формализации событий требует тщательной идентификации. С этой целью осуществлено экспертное оценивание ситуаций морскими наблюдателями

Результаты экспертного оценивания ситуаций пятидесятью операторами (25-тью капитанами и 25-тью старшими механиками), имеющими не менее 15-и летний опыт работы (на уровне управления) представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Идентификационные показатели оценки текущей ситуации

№ п/п	Признаки	Ситуация	Вероятность наступления АМС, (Р) отн.ед.
1.	Изменение параметров процессов	Штатная	0,25±0,25
2.	Изменение режима работы.	Экстремальная	0,62±0,125
3.	Обнаружение явления	Нештатная	0,825±0,08
4.	Угроза	Чрезвычайная	0,945±0,045
5.	Конфликт	Аварийная	1,0±0

Зная численные значения P_0 и P , а также периода наблюдения τ, можно наблюдать тенденцию развития ситуации по величине и знаку q:

$$q = (lnP - lnP_0)/\tau \quad . \tag{3.2}$$

Выбор эмпирической зависимости по экспериментальным данным определения численных значений двух точек P_0 і P в процессе упреждения позволяет в достаточной мере установить направление движения по методу наименьших квадратов, наблюдая тенденцию развития ситуации по величине и знаку q.

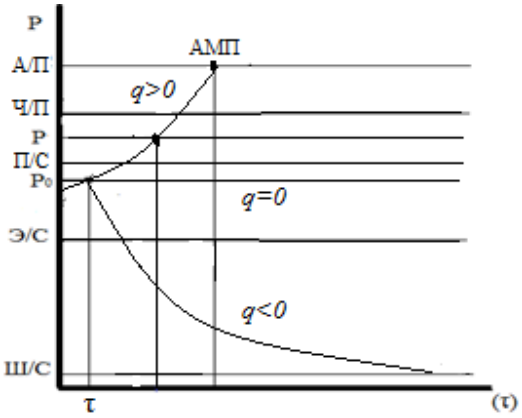

Рис. 3.1 – Определение развития и оценки текущей ситуации

Из выражения (3.2) следует, что для наступления АМС $(P = 1)$ от $P_0 = 0.82$ (нештатная) ситуация за наблюдаемое время $T = 120\ c$, величина q должна быть положительной:

$$q = (0 + 0.198)/120 = 1.65 * 10^{-3}$$

и находится в пределах $0 < q < 1.0$

Если ситуация не изменяется $P = P_0$, то $q = 0$ за период *T*.

Если ситуация нормализуется с $P_0 = 0{,}9$ до $P = 0.25$ за период *T,* то:

$$q = (-1{,}39 + 0.105)/120 - 0{,}01.$$

Таким образом, по знаку величины q можно оценить предстоящее развитие ситуации в объекте управления системы:

– процесс движения к АМС – $q > 0$ – неустойчивый;

– сохранение ситуации – $q = 0$ – нейтральный;

– движение к устойчивому состоянию – $q < 0$ – устойчивый.

Словесный алгоритм оценки текущей ситуации в объекте исследования следующий:

шаг 1. Ввод исходной информации в виде характеристик внешней среды, объекта управления, явлений, параметров, показателей, фактов угрозы;

шаг 2. Обнаружение явлений, накопление информации о нем;

шаг3. Идентификация ситуации, распознавание явления образцу, уточнение степени влияния явлений в виде ситуации;

шаг 4. Если проявляются явления по изменению параметров процессов, то ситуация штатная;

шаг 5. Если проявляются явления по изменению режима работы, то ситуация экстремальная;

шаг 6. Если проявляются признаки обнаружения явления, и/или признаки его воздействия на объект управления, то ситуация нештатная;

шаг 7. Если «явление» несет характер угрозы, т.е. начинается подготовка и/или присутствуют намерения, к проявлению агрессивных действий, трансформируемые в факт угрозы, то ситуация чрезвычайная;

шаг 8. Если объект агрессии вступает в конфликт и непосредственно воздействует на объект управления, то ситуация аварийная;

шаг 9. Формализация вероятности наступления АМС

шаг 10. Сопровождение агрессии, конфликта, использовать выражение (3.2), для оценки ситуации;

шаг 11. Конец.

3.2. Методика формирования сценария АМС

Решение второй вспомогательной задачи необходимо для установления характера и масштабов грозящего АМС с тем, чтобы оценить возможность создания механизма безопасности судна при ограниченном объеме располагаемых сил, средств и людских резервов.

При разработке методики формирования сценария АМС предлагается использование инверсной хронологии аварийного события. Основой для его применения является закон «муравья на дереве» [35], характеризующий получение решений в процессе перехода: из настоящего состояния в прошлое или будущее в которых предлагаемые пути достижения их приобретают многовариантность; процесс перехода из будущего состояния в настоящее представляет однозначное решение, при условии известности этого будущего. Таким образом, удовлетворяя закону «муравья на дереве» а также используя инверсную хронологию АМС, имеющаяся информация о будущем состоянии системы, представленное как аварийное событие, обеспечивает однозначный процесс перехода в настоящее, означающее текущее фазовое состояние объекта на начальном этапе развития чрезвычайной ситуации (т.е. момент исходной ситуации, которое еще контролируемо). Вследствие этого улучшается истинность получения информации и снижение ошибок.

Поэтому методика содержит три компонента: физическую – для формирования «картин» сценария; логическую – для формирования сцен; эвристическую – для построения сценария АМП. Результаты решения этой задачи планируется использовать как начальные условия для построения

стратегий управления событиями, поэтому методика должна иметь элементы оценки.

В основу методики положен инверсный сценарный метод предложенный Д. А. Кононовым, предназначенный для описания катастроф.

Математическую модель переходного процесса запишем относительно прироста состояния текущей ситуации: $\Delta P = P(\tau) - P_0$, в виде следующей задачи Коши

$$T_0 \frac{d\Delta \mathrm{P}}{d\tau} + \Delta \mathrm{P} = K_\varphi \Delta \Psi(\tau),$$

$$\Delta P(0) = 0,$$

где: $\Delta \Psi = \Psi(\tau) - \Psi_0$– прирост регулирующего воздействия системы при переходе от текущей ситуации в конечную ситуацию АМС, T_0– постоянная времени объекта; K_φ– коэффициент усиления объекта.

Решение указанной задачи Коши можно представить следующим образом

$$\Delta P(\tau) = \frac{K_\varphi}{T_0} e^{-\frac{\tau}{T_0}} \int_0^\tau \Delta \Psi(\eta) e^{\frac{\eta}{T_0}} d\eta. \qquad (3.3)$$

Детерминация переходного процесса: $\Delta P = f(\Delta\Psi)$ осуществлено с помощью принципа малых отклонений от режимов, которые исследуются. В результате использовав выражение (3.3) получим: при $\Delta\Psi_{(\tau)} = const.$ состояния

$$\Delta P = \frac{K_\varphi}{T_0} e^{-\frac{\tau}{T_0}} \Delta\Psi \left(T_0\, e^{\frac{\eta}{T_0}} \Big|_0^\tau \right) = K_\varphi e^{-\frac{\tau}{T_0}} \Delta\Psi \left(e^{\frac{\eta}{T_0}} - 1 \right),$$

$$\Delta P = K_\varphi [1 - exp(-\tau/T_0)] \Delta\Psi.$$

Коэффициент усиления объекта K_φ определяется для линейной статической зависимости $\Delta P = f(\Delta\Psi)$, а потому:

$$K_{\varphi_{(max)}} = \Delta P_{(\max)}/\Delta\Psi_{(\max)} = 0.75/\Delta\Psi_{(max)},$$

где $\Delta\Psi_{(max)}$ – максимальное значение диапазона положений регулирующего воздействия.

Детерминацией предусмотрена установка: статической характеристики постоянной времени T_0, как соотношение инерционности объекта к движущим силам переходного процесса, а по сути $T_0 = q^{-1}$, и осуществляется графоаналитическими методами, которые приведены в приложениях (Д) диссертации.

Логическая компонента методики оценки АМС представляет порядок (алгоритм) и корректность действия участников транспортного процесса в соответствии с чек-листами, их действий по принятым наблюдателем плану, а потому реализована алгоритмическими методами для построения сцен сценария.

Эвристическая компонента методики оценки последствий АМС реализована системным методом принятия решений, а также инверсным сценарным методом [45]. В основе представлена формальная система образования сценариев с элементами метанабору, которая включает: идентификационную модель системы – $M_0(Y,U,P)$; модель окружающей обстановки – $M_E(X)$; модель поведения системы – $M_D(Q)$; модель измерения состояния системы – M_{MO}; модель измерения внешней среды – M_{ME}; правило выбора процесса изменения состояния объекта – $\overset{\cap}{A}$ модель выбора. Модель – $M_E(X)$ формально отделяет и описывает экзогенные величины, а также связи между ними. Модель поведения системы в динамике характеризуется условиями взаимодействия их с величинами, которые формализованы описывают окружающую среду и имеют ограничения Q, определяющие условия поведения управляемого объекта. элемент M_{MO} – формирует

внутреннее информационное поле, M_{ME} – внешнее информационное поле, от состояния которых зависит эффективность преобразования. Элементы рассматриваются как средства преобразования информации, на вход которых поступает информация о внешних или внутренних параметров действий субъекта, а на выходе они формируют соответствующие рассуждения о настоящих, значения этих параметров.

При проведении анализа АМС и получении качественной оценки, общий сценарий разбивается на сцены и картины. В сценах описывается определенный алгоритм действий и количество задействованных лиц. В картинах формулируются происхождение причин отказа и принятые ошибочные решения участвующих лиц.

3.2.1. Разработка методики оценки аварийной морской ситуации

При разработке методики оценки АМС предполагается использование системного подхода, характеризующего тенденции представления знаний в виде эвристических решений, логических построений и работоспособности судовых технических средств.

При постановке этой задачи предполагается достаточность наличия информации о хронологии АМС содержащейся в материалах и результатах ее расследования. Создание методики предусматривает по компонентную оценку АМС эвристического, логического и физического характера (рис. 3.1).

Для решения задачи, функциональная составляющая в виде эвристической компоненты представляется, как информация, формируемая по показаниям и объяснениям участников события и/или свидетелей, со средств объективного контроля (регистраторы, видео-аудио оборудование и д.р.). Особенностью эвристической компоненты является, установление роли и характера действий операторов в создавшейся ситуации для дальнейшего использования людского ресурса.

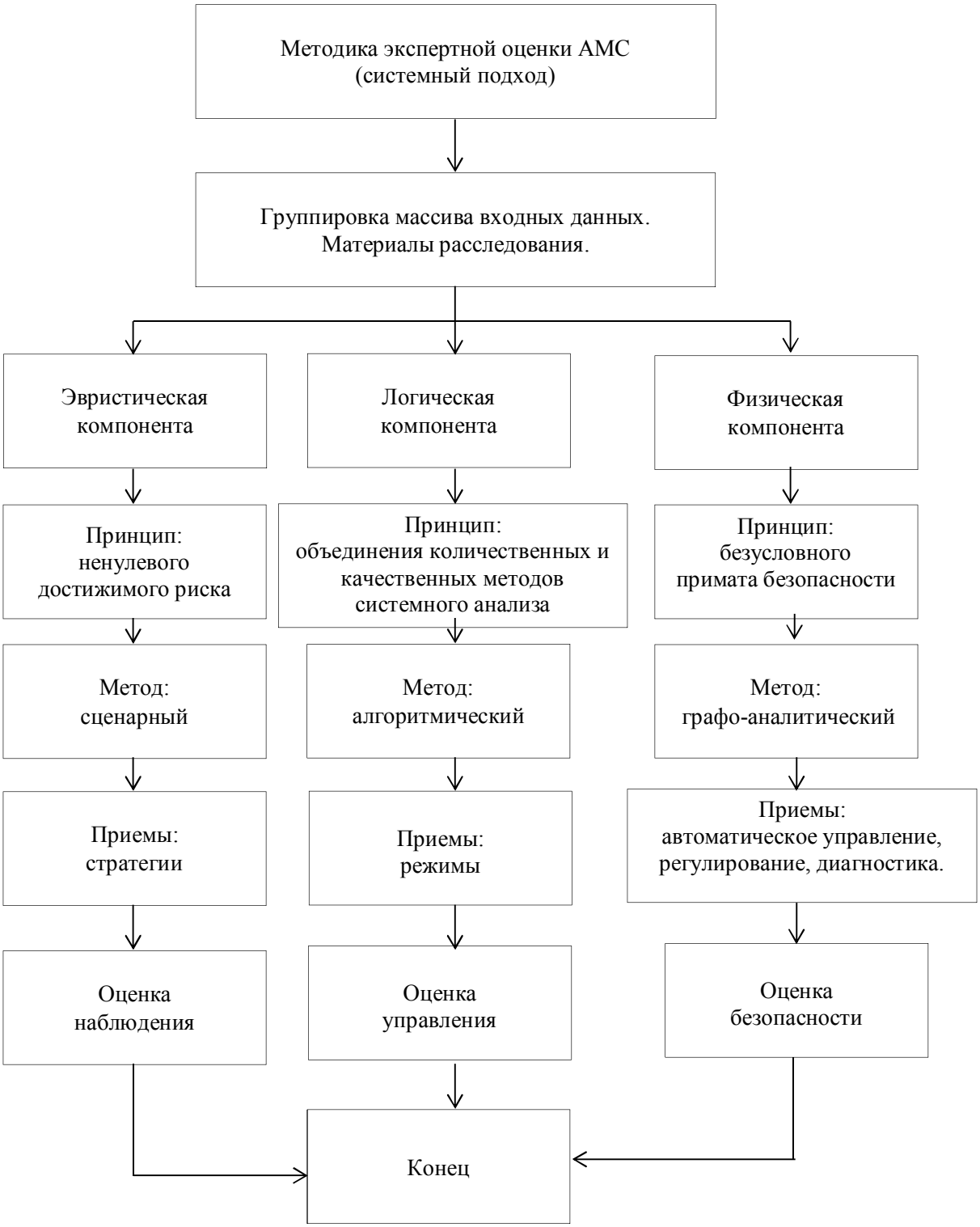

Рис.3.1 – Схема формирования программного продукта «библиотека сценариев АМС»

Используя принцип ненулевого допустимого риска [74], принимается 100 % уровень угрозы, который является исходной точкой для дальнейшего принятия стратегии управления антисобытием. Для определения состояния объекта в исходной точке (аварии) используется сценарный метод, отличающийся от других методов присутствием человека-оператора/наблюдателя в процессах управления ситуациями создаваемого сценария, оценивается наблюдаемость за объектом и количество задействованных участвующих в процессе операторов. Для формирования сценария противоаварийного управления применяются стратегические приемы, характеризующие правильность принятия плана действий.

В результате оценки наблюдения определяется объем используемого людского ресурса фактически, а также сколько и какого качества его необходимо использовать при управлении АМС.

Логическая компонента содержит декларативную и оперативную информацию о режимах и технологических процессах приведших к АМП. Характерной особенностью логической компоненты являются установление правильности построения последовательности операций в применении имеющихся сил в механизме противодействия. Для обеспечения процесса управления использован принцип объединения количественных и качественных методов, посредством которого определяется объем и достаточность материального ресурса для противодействия АМС. Определение правильности осуществления управления по заложенным алгоритмам в технологических процессах для достижении поставленной цели, используется алгоритмический метод. Правильность выбора задействованного приема определяется режимом управления: аварийный, номинальный, маневренный. В результате оценки устанавливается степень управляемости объекта при конкретном режиме работы судна и/или его технических средств.

Физическая компонента описывается математическими моделями с учетом

случайных процессов для обеспечения надежности работы технических средств, баланса сил и материальных ресурсов. Особенностью физической компоненты является оценка возможности максимального $z(t)$ противодействия АМС с использованием математических моделей основанного на законах физики. Использование принципа безусловного примата безопасности, подразумевает формирование механизма безопасности, использование которого не создает дополнительных проблем для усугубляющейся чрезвычайной ситуации.

В качестве реализации согласно принципу примата безопасности применяется графоаналитический метод, посредством которого определяется надежность и безопасность технического средства и наличия сил и ресурсов для противодействия угрожающим явлениям. Для этого используются приемы, задействованные в обеспечении автоматического управления, регулировании, диагностики, показывающие насколько объект безопасен и надёжен. В результате формирования оценки безопасности определяется количество использованного энергетического ресурса, его работоспособность и готовность его максимального применения в имеющейся ситуации. Посредством объединения компонент с заложенными в них принципами, методами, приемами и оценками формируется сценарий АМС. Таким образом, идентифицируя входящую независимую информацию по материалам расследования происходит рассредоточение ее на компоненты для определения правильности действий наблюдателей, операторов и работоспособности СТС. И на основании этого определяется: какое количество людей было задействовано, что привело к аварии; какое количество средств управления было задействовано и привели к аварии; какие СТС были задействованы и тоже привели к аварии.

3.2.2. Алгоритм формирования сценария АМС

В обобщённом виде, метод оценки аварийной ситуации представлен посредством словесного алгоритма.

Этап 1. Идентификация входных данных по материалам расследования АМС:

шаг 1.1 – подготовка материалов расследования к формированию сценария;

шаг 1.2 – описание обстановки: стесненность условий, начальная скорость судна, наполненность экипажа, присутствие лоцмана, задействование буксиров;

шаг 1.3 – описание внешней среды, погодные условия, ветер, волнение, дальность видимости;

шаг 1.4 – описание промежуточной среды размерения судна, установление размерений портовой акватории.

Этап 2. Анализ эвристической компоненты:

шаг 2.1– наблюдение за негативными явлениями по принципу ненулевого допустимого риска;

шаг 2.2 – определение энергетического воздействия негативного явления и вероятность его наступления;

шаг 2.3 – сопровождение негативных явлений в динамике их развития.

шаг 2.4 – определение стратегии действий наблюдателя

шаг 2.5– оценка достаточности и качества использования людских ресурсов для реализации стратегии.

Этап 3. Анализ логической компоненты:

шаг 3.1 – определение ошибок в действиях операторов, реализующих принятые решения от наблюдателя, на соответствие нормативно-правовой документации на принципе безусловного примата безопасности;

шаг 3.2 – определение алгоритмическим методом точности исполнения команд оператором;

шаг 3.3 – определение правильности выбора режима управления технического средства в АМС;

шаг 3.4 – оценка степени управляемости объекта при выбранном режиме

управления. операторами согласно правил, нормативно-правовых документов.

Этап 4. Анализ физической компоненты:

шаг 4.1 – установление соотношения сил и ресурсов взаимодействующих сторон приведших к АМС на принципе объединения количественных и качественных методов системного анализа;

шаг 4.2 – формализации моделей и характера протекающего процесса в СТС, графоаналитическим методом;

шаг 4.3 – установление особенностей отработки технических устройств в зависимости от структуры, надежности и работоспособности системы;

шаг 4.4 – оценка количества использованного энергетического ресурса, работоспособность СТС и готовность их к максимальному применению в имеющейся ситуации.

Этап 5. Построение сценария АМС на основании информации полученной с этапов эвристической, логической и физической составляющих;

шаг 5.1 – распределение актов, сцен, картин и действующих лиц в сюжет;

шаг 5.2 – совмещение элементов сюжета по времени в хронологии события;

шаг 5.3 – осуществление оценки сценария по результатам анализа составляющих на эффективность их задействования в момент аварии.

Этап 6. Формирование программного продукта «библиотека сценариев АМС»;

шаг 6.1 – распределение готовых сценариев по категориям;

шаг 6.2 – конец

Для апробации метода оценки аварийной ситуации приведем несколько типичных примеров АМС, происходящих в портовых водах: потеря хода судна (приложение Б), потеря плавучести (приложение В), пожар (приложение Г).

3.2.3. Методика составления сценария АМС

Пролог. Произошла авария, причинами которой являются ошибочные действия капитана и старшего механика при снижении инерции движения судна до нуля, приведшее к навалу судна на причал, ход которых развивался следующим образом.

Судно контейнеровоз следовало в порт с места рейдовой якорной стоянки. Управление главным двигателем судна, после предварительных проверок с ЦПУ, осуществлялось капитаном с мостика через ДАУ.

07:04 часа перед подходом до линии ворот порта (зеленый знак волнолома – Воронцовский маяк) скорость движения судна – 7 узлов, ГД находился в положении «СТОП». Для разворота судна вправо и погашения скорости судна для швартовки к причалу, лоцман порекомендовал капитану судна произвести реверс двигателя на самый малый назад (СМЗХ) и начать работу подруливающего устройства на полную мощность вправо. Капитан произвел с мостика на ДАУ 6 попыток пуска ГД на ЗХ, но двигатель не обеспечил движение судна на задний ход. Вследствие этих действий был израсходован пусковой воздух до нижнего допустимого уровня 1,6 МПа.

15.05.2011 около 07:07 судно навалилось на причал.

После обесточивания, управление ГД было переведено на пульт аварийного управления в МО. Второй механик, используя местный пост управления, произвел успешный пуск ГД.

К участникам транспортного процесса следует отнести лиц указанных в таблице 3.5.

Описание обстановки ($M_E(X)$: стесненные условия между судном и причалом – дистанция 585 метра, начальная скорость – 7 узлов, проводка осуществлялась тремя буксирами, лоцман на борту, экипажи судна и буксиров здоровы и в полном составе.

Таблица 3.5 – Операторы, участвующие в транспортном процессе

Экипаж	Участники транспортного процесса
Капитан (КМ)	Лоцман оператор СУДС
Старший механик (СТМ)	Лоцман портовый (ЛП)
Старший помощник (СПКМ)	Капитаны буксиров (КМБ)
Второй механик (2Мех)	Сервисный инженер ГД (СИ)
Вахтенный механик (ВМ)	Технический суперинтендант (ТС) судоходной компании
Вахтенный помощник капитана (ВПКМ)	Назначенное лицо на берегу (DPA)

Внешняя среда (M_{ME}). Погодные условия были благоприятными для проводки и швартовки судна: ветер северо-западный силой до 2-х баллов, волнение моря 1 балл, видимость – дымка 7 км.

Внутренняя среда (M_{MO}): технические характеристики судна:

– Длина наибольшая – 293,0 м.

– Ширина – 32,20 м.

– Осадка наибольшая – 13,5 м.

– Дедвейт – 62920 т.

– Водоизмещение – 85252,6 т.

– Характеристики по классу:

Класс автоматизации – +MC E AUT EP

– Главный двигатель: тип MAN & B&W 8K98MC MK6,

Эффективная мощность – 45760 КВт.

Рассмотрим текущую ситуацию, используя методику оценки АМС, в которой время линейное, но хронология инверсна.

Эвристический анализ выбранной стратегии наблюдателя:

– за 00:02:58 до АМС – капитан взял управление ГД на себя, используя ДАУ. Не учитывая фактора возможного отказа системы и не обладая глубокими знаниями процессов аварийного управления ГД при отказе реверса. Капитан не

передал управление ГД оператору в машинное отделение [78];

– за 00:03:15 до АМС – ошибка капитана при выборе скорости судна, превышение скорости движения судна в подходном канале и в момент поворота на 4 узла. Основание: «обязательные постановления по морскому порту» [79];

– за 00:07:25 до АМС – ошибка капитана при выборе вида буксировки. Причина: заказано буксирное сопровождение, вместо буксирной проводки;

Результат оценки эвристической компоненты АМС: в результате осуществленных действий, капитаном не использовался людской ресурс в лице СТМ, 2мех, вахт.мех., капитанов буксиров, при имеющихся в наличие людских ресурсах в количестве 12 чел. Следует также отметить ответственность старшего механика за работоспособность ДАУ ГД.

Анализ логической компоненты:

– за 00:02:58 до АМС – капитан не использовал процедуру перевода ДАУ в аварийный режим при отказе ГД, а старший механик не проявил инициативу по переводу управления ГД в машинное помещение, или на резервное управление [80, 81].

В случае обнаружения на мостике неполадок в работе системы ДАУ: вахтенный помощник должен немедленно сообщить об этом вахтенному механику, передать управление ГД (ВРШ) в машинное помещение и известить об этом капитана; вахтенный механик должен принять управление ГД (ВРШ) в машинное помещение, выбрав возможный резервный вид управления, и сообщить об этом вахтенному помощнику капитана и старшему механику.

Команда о принятии управления двигателем дается персоналу машинного отделения путем нажатия на пульте мостика кнопки табло «ЦПУ». Рукоятка телеграфа при этом должна быть установлена в секторе, например «Стоп». В противном случае если телеграф в ЦПУ и на мостике не будут совпадать то непрерывно будет подаваться звуковой сигнал. Одновременно включается блокировка телеграфа на мостике. При подаче с мостика команды «ЦПУ» в

машинном отделении раздается звуковой сигнал, и в отделении так же, как и в ЦПУ, включается подсветка кнопок «Машинное отделение». Сигнал прекращается или нажатием на одну из этих кнопок, или немедленным исполнением поданной команды.

Из машинного отделения осуществляется управление двигателем или дистанционно (из ЦПУ), или вручную (с поста управления). При управлении из ЦПУ следует лишь перевести переключатель в то же положение, т. е. «ЦПУ». При этом освещенные бирки на маневровом табло меняются с «Управления с мостика» на «ЦПУ». При таком переключении начинает действовать телеграф ЦПУ, и управление двигателя осуществляется с его помощью. В этом случае телеграф на мостике работает как обычный машинный телеграф, и подаваемые им команды квитируются в ЦПУ путем установки стрелки ответов репитера команд в положение, соответствующее положению стрелки, указывающей поданную команду. Поданная команда затем выполняется с помощью телеграфа ЦПУ. При пуске двигателя с местного поста управления блокировочную рукоятку рычага реверсов устанавливают в положение «Ручное». На мостике подсвечивается табло «Машинное отделение», а в машинном отделении — «Местный пост». Команды с мостика принимаются и квитируются с помощью репитера команд машинного отделения.

На примере системы ДАУ электронно-пневматического исполнения фирмы Kongsberg, представим систему контроля AUTOCHIEF®C20 [82]. Принципиальная схема системы ДАУ судна представлена в приложении (Б).

Данный тип системы полностью соответствует требованиям ММО, международной ассоциации классификационных обществ (IACS), классификационных обществ Регистров по безвахтенному обслуживанию МО и включает в себя последние достижения аппаратных и программных технологий [82, 83, 84, 85, 86].

Согласно инструкции по эксплуатации и система автоматического

управления предусматривает следующие режимы работы:

A – Автоматическое управление частотой вращения (ч/в) вала ГД рукояткой с мостика при автоматическом ограничении нагрузки. Этот режим считается основным.

B – режим A, но при отключенном ограничителе нагрузки ГД. Для этого режима на мостике предусмотрены индикатор сигнализации о перегрузке ГД. Режим используется при отказе ограничителя нагрузки и когда необходимо отключить ограничение в экстремальной навигационной ситуации.

C – режим, задание частоты вращения вала ГД рукояткой управления с мостика. Используется, если требуется работа ГД на частичном скоростном режиме.

D – управление частотой вращения вала ГД из ЦПУ и местного поста управления (МП) в МО, при включенном ограничителе нагрузки.

E – режим D, но с выключенным ограничителем нагрузки.

F – управление частотой вращения вала ГД с местного поста управления расположенного на двигателе в МО, при включенном ограничении нагрузки.

G – режим F, но при отключенном ограничителе нагрузки.

В соответствии с представленными вариантами режимов выше, осуществление выбора указанных режимов происходит посредством переключателей на мостике, ЦПУ, МП должны быть установлены в положение указанные в табл. 3.6.

В соответствии с алгоритмом управления, система ДАУ обеспечивает успешный пуск двигателя: в режиме ожидания при постоянной готовности ГД более 30 минут производит медленное проворачивание вала ГД на воздухе; в режиме нормального пуска ГД, при переводе телеграфа в положение ПХ, ЗХ на мостике или в ЦПУ, активирует соленоидный клапан пускового воздуха. Система ДАУ в это же время задает пусковую подачу топлива на регулятор оборотов двигателя. Когда частота оборотов коленчатого вала ГД достаточно

Таблица 3.6 – Выбор режимов работы системы автоматического управления ГД

Режим работы системы	Переключатель Мостик-ЦПУ-МП в ЦПУ	Ограничитель нагрузки ГД	Блокировка регулятора	Аварийное управление
A	Мостик	Включено	Включено	Выключено
B	Мостик	Выключено	Включено	Включено
C	Мостик	Включено	Ручное	Выключено
D	ЦПУ	Включено	Вкл	Выключено
E	ЦПУ	Выключено	Включено	Выключено
F	Местный пост	Включено	Ручное	Выключено
G	Местный пост	Выключено	Ручное	Включено

для самовоспламенения топлива, пусковой клапан отключает подачу воздуха и начинается подача топлива. Временной период разгона двигателя на воздухе и топливе составляет 6-8 сек. (регулируемая величина) и количество оборотов коленчатого вала достаточного для пуска 8-12 % от MCR; в автоматическом режиме система ДАУ производит 3 дополнительных попытки пуска ГД в случае неудачных предыдущих – увеличивает задание пусковой подачи топлива на регулятор оборотов до 20 % от MCR, во второй до 32 % от MCR, третья попытка «трудный старт» активируется в режиме аварийный старт 38 % от MCR, с одновременным отключением защиты по пределу пусковой подачи топлива по отношению значения давления воздуха наддува ($P_{наддува}$) и значению предельной характеристики регулятора. В случае третьей неудачной попытки пуска ГД срабатывает сигнализация и активируется блокировка на дальнейшие попытки пуска двигателя. Снятие блокировки производится путем перемещения рычага телеграфа в положение «STOP» на постах управления мостика и ЦПУ. Реверсирование ГД, посредством перемещения рукоятки телеграфа на мостике, а так же в ЦПУ перемещая телеграф состоящий из: рукоятки направления реверса ГД и рукоятка подачи пускового воздуха с последующей подачей

определенного количества топлива в зависимости задания телеграфа. Аварийный реверс ГД с полного переднего хода (ППХ) на полный задний ход (ПЗХ) с мостика или с ЦПУ переводом рукоятки телеграфа в положение «Emergency astern». Для этого режима задержка по времени составляет две секунды, которая используется для сопоставления и конфигурации параметров. Алгоритмами предусмотрено автоматизированное торможение дизеля контр воздухом в случае экстренного реверсирования на ходу судна. В дополнение, система обеспечивает запрет подачи пускового воздуха при следующих условиях: в период времени до окончания перекладки воздухораспределителя и распредвала; давление воздуха в пусковых баллонах ниже 1,4 МПа, в этом случае необходимо передать управление с мостика в ЦПУ. Согласно инструкции при дальнейшем снижении $P_{пв}$ до 1,2 Мпа, возможен устойчивый пуск двигателя только с местного поста управления двигателем в МО; при появлении активированных блокировок по защитам ГД, в случае, когда параметры входных сигналов от датчиков, поступающие в центральную аппаратную стойку системы ДАУ имеет обрыв в цепи одного из датчиков задания частоты вращения ГД, то параметры замораживаются на текущих значениях. Пока неисправность не устранена, воздействие по изменению задания частоты вращения ГД возможно только в ручном режиме, т.е. управление двигателем производится только из ЦПУ или аварийного местного поста в МО. Система ДАУ по объему выполняемых ею функций достаточно конструктивно сложна и снижающим фактором ее надежности, являются присутствие основных неисправностей связанных обычно с засорением дросселей, разрывом мембран, деформацией заслонок в логических элементах, выходом из строя датчиков и исполнительных механизмов, нарушением плотности воздушных магистралей.

В научных исследованиях [87] установлены взаимодействия элементов пропульсивного комплекса путем расчетов паспортной диаграммы и получения

графических зависимостей сопротивления движению судна и полезной тяги от скорости судна и частотой вращения гребного винта [88, 89, 90, 91]. Таким образом, если судно использует в качестве торможения пропульсивный комплекс, то реверсу главного двигателя предшествует период пассивного движения из-за того, что реверс не может быть произведен мгновенно.

Вместе с тем маневренные качества пропульсивной дизельной установки характеризуются показателями: продолжительностью пуска и разгона двигателя; наличием критических (запретных) зон в интервале изменения частоты вращения от нуля до максимальной, минимальной частоты вращения, которая обеспечивает устойчивую работу двигателя, а также продолжительность реверса (время от начала команды до момента работы дизеля примерно 8–12 с, согласно СОЛАС) [4].

Анализ отказов энергетических систем судов [92] указывает на существенное влияние на маневренные качества судна потери работоспособности элементов пропульсивного комплекса. Всвязи с этим было проведено обоснование выбора критериев оценки эффективности пропульсивных комплексов посредством установления соответствующих показателей работоспособности отдельных элементов энергетической установки в работе [93]. В исследовании [94.] установлено что главной характеристикой, определяющей величину скорости хода и возможности маневра, следует считать диапазон изменения эффективной мощности, обеспечиваемый главными двигателями.

В результате расчета количественных показателей критериев работоспособности элементов определяются уровни мощности, обеспечивающие безаварийные режимы использования энергетической установки. Таким образом, для обеспечения работоспособности и высокой эффективности энергетических установок в экстремальных условиях заключается, прежде всего, в обоснованном выборе экипажем режимов ее

использования, а также в выполнении алгоритмов по устранению отказов и/или уменьшению масштабов воздействия негативных явлений.

Результат оценки логической компоненты: использование системы ДАУ снижает надежность работы ее элементов из-за увеличения их количества более чем на порядок.

Анализ физической компоненты АМС.

– за 00:01:06 до АМС – отказ реверса. Причина: перезагрузка программного обеспечения компьютера ДАУ ГД;

– за 00:01:44 до АМС – отказ реверса, сбой в системе передачи команды на электронный регулятор частоты вращения ГД. Причина: перезагрузка компьютера ДАУ ГД;

– за 00:02:57 до АМС – блокировка пуска ГД из-за обесточивания компьютера системы ДАУ, отсутствие подачи команды на электронный регулятор частоты вращения ГД. Причина: перепад напряжения в сети электропитания ДАУ ГД.

Для удобства формирования сценария АМС его хронологию представим в виде таблицы 3.7.

На примере рассматриваемого АМП, проведем теоретическое исследование процессов. Для обеспечения ходкости судна, рассматривая с точки зрения распределения энергетических потоков, влияющих на движение судна, представляются на основах классической механики, представленные в уравнении II закона Ньютона. Определяющего, что без силы нет ускорения, и без ускорения нет силы, а так же III закона Ньютона характеризующий: действию всегда есть равное и противоположное по направлению действие, т.е. взаимодействия двух тел друг на друга равны и направлены в противоположные стороны [95]. Таким образом, описывая поведение движущегося судна на основе указанных законов Ньютона, принимаем во внимание наличие силы инерции, и вместе с тем, можно сказать, что они отражают решениеотноси-

Таблица 3.7 – Хронология отказа СТС при АМС

№n/n	Время, с.	Событие	Давление пускового воздуха (Рпв), МПа	Обороты ГД, $мин^{-1}$	Скорость судна, узл.	Наличие перехода на пуск ГД	Причина
1	00:00	Навал бульбом судна на причал. Отказ реверса	1,51	0	2,6	отсутствует	Обесточивание
2	00:17	Старт 5 ГД с ДАУ на ЗХ	1,72	0		отсутствует	Перезагрузка програмного обеспечения компьютера ДАУ ГД
		Отказ реверса	1,50				Запрет на пуск Рпв < 1.6 МПа
3	01:06	Старт 4 ГД с ДАУ на ЗХ	1,54	0		отсутствует	
		Отказ реверса	1,53				Сбой в системе передачи команды на эл. регулятор ГД
4	01:32	Старт 3 ГД с ДАУ на ЗХ	1,73	0		отсутствует	
		Отказ реверса	1,60				Сбой в системе передачи команды на эл. регулятор ГД
5	01:44	Старт 2 ГД с ДАУ на ЗХ	1,68	0		отсутствует	Перезагрузка компьютера ДАУ ГД
6	02:24	Разблокировка пуска ГД	2,0	0		присутствует	Снятие защит ГД
7	02:57	Отказ реверса Блокировка пуска ГД	2,5	0		отсутствует	Перепад напряжения в сети электропитания ДАУ ГД
8	02:58	Старт 1 ГД с ДАУ на ЗХ	2,5	0	7,0	присутствует	

тельно времени и пути, а также определяются решением однородного линейного дифференциального уравнения. Она является реакцией судна на возмущающее внешнее воздействие, которое в точности равно внешней силе действующей на судно и противоположно по направлению. Если судно при движении преодолевает, какое то либо сопротивление среды, то на него будет действовать, уравновешивая попарно движущую силу и силу инерции с одной стороны, а также силу инерции и силу сопротивления с другой стороны [96].

Вследствие применения анализа физической составляющей, установлено, что при отказе ГД на этапе торможения происходит увеличение его периода, т.е. судно находится в условиях чрезвычайной ситуации, означающей, что судно вышло из зоны безопасного торможения и находится за пределами зоны «момента последнего маневра», но еще в пределах минимально-неизбежного времени, за которое торможение судна будет обеспечено за счет собственных сил технических средств судна.

Результат оценки физической компоненты АМС: отказ ДАУ ГД произошел за три минуты до навала на причал, что позволило силам инерции судна совершить работу по разрушению причала и судна.

Распределение хода событий АМС на сцены и картины:

Сцена 1: навал судна на причал;

Картина 1,1: навал на причал и обесточивание судна;

Картина 1,2: экстренный сброс якорей правого и левого бортов;

Картина 1,3: отказ ДАУ ГД;

Картина 1,4: обесточивание компьютера ДАУ ГД;

Картина 1,5: реверс ГД на ДАУ;

Сцена 2: реверс ГД; вход на линию ворот порта;

Картина 1,6: скорость судна на линии ворот порта превышала 5 узлов;

Сцена 3: вход на линию ворот порта;

Картина 1,7: буксирное сопровождение судна на переходе в порт.

Сцена 4: выход судна с якорной стоянки к причалу в порт.

Действия участвующих лиц за период наступления АМС.

Всвязи с тем, что капитан фактически управлял судном самостоятельно, старший и вахтенный механики бездействовали, то перечень их ошибочных действий представлены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Ошибочные действия лиц уровня управления за период осуществляемого перехода судна с якорной стоянки к причалу в порт.

№ п/п	Действия капитана и старшего механика судна	Анализ действий и нарушения
1	Капитан судна использовал буксирное сопровождение при заходе в порт	В «Обязательных постановлениях по морскому порту»[108] указано, что судно должно быть обеспечено буксирной проводкой. На самом деле судно использовало буксирное сопровождение
2	Выбор скорости судна капитаном на входе к линии ворот порта	Согласно «Обязательным постановлениям по морскому порту»[108], скорость не должна быть больше чем 5,0 узлов. Судно шло со скоростью 7 узлов
3	Капитан взял управление ГД, используя ДАУ	Согласно РД 31.20.01-97.-1997, капитан не передал управление ГД оператору в машинное отделение [109] после отказа ДАУ
4	Ст.механик не принял управление ГД в ЦПУ при отказе его работы	Согласно РД 31.20.01-97.-1997, старший механик не обеспечил выбор альтернатив по резервному управлению ГД [109], что было недопустимо при сложившихся условиях
5	Навал судна на причал	Ошибочные действия капитана при переходе судна с якорной стоянки в порт при скорости 7 узлов и отказ ГД привели к навалу судна на причал

В результате использования по компонентного (эвристического, логического и физического) анализа сценария АМП в инверсном порядке удалось осуществить внедрение важнейших требований СТАУ относительно оптимального использования на каждом этапе исследования или режиме функционирования системы всех располагаемых ресурсов: людском, материальном, информационном, вычислительном и др.

Так, располагая достаточным людским ресурсом (оператор ЦРДС, лоцман порта, капитаны буксиров, старший и вахтенные механики) капитан контейнеровоза при одерживании судна вплоть до остановки принял ошибочное решение и осуществил процесс реверсирования ГД, используя ДАУ. Чем вызвало многообразие в реализации сложных алгоритмов по одерживанию судна, реверсу ГД и переходу движения на ЗХ. Из-за сложности структуры ДАУ, т.е. задействовании в процессе управления значительного (максимального) материального ресурса при использовании ДАУ не задействован максимальный энергетический резерв (2,2 МПа пускового воздуха вместо 4,0 аварийного), а из-за сложности структуры управления ДАУ, в состав которой входят средства микропроцессорной техники чувствительные к стабильности источников питания, работоспособность ее ниже в сравнении с системами более низкого уровня (ДУ, пуско-реверсивной).

Физическая компонента анализа АМС указывает на значительный энергетический потенциал пуско-реверсивной системы главного двигателя (не менее в 1,5 раза) в сравнении со схемами ДАУ и ДУ.

Таким образом, использование требований СТАУ при разработке методики оценки АМС в виде сценария с инверсным временем и покомпонентным анализом материалов расследования АМС позволяет еще на этапе наблюдения за ситуацией выявить располагаемые ресурсы для разработки стратегии при принятии решений.

Установление начальных ситуационных условий формирует понимания операторами, в какой момент и какого количества задействовать ресурсы происходивших в подобных авариях, а также для разработки сценариев антисобытий и идентификации возможных вариантов их развития.

Выводы к главе 3

Научным результатом решения первой вспомогательной задачи является метод оценки текущей ситуации на управляемом объекте, устанавливающий тенденции ее развития и срок наступления возможного АМС и отличается этапами эвристически-вероятностной идентификации, графоаналитического формализации и сопровождение по показательному закону изменения текущей ситуации по времени.

Научным результатом второй вспомогательной задачи является методика сценарного оценки АМС по физической, логической и эвристической составляющим, которая построена на методах графоаналитического представления физических законов, алгоритмизации действий участников транспортного процесса и принятия решений для выявления системной способности энергетического, материального и управленческого влияния на текущую ситуацию по нормализации состояния объекта. По мере формирования сценариев АМС для различных ситуаций, они направляются в программный продукт «библиотека сценариев АМС» и распределяются по категориям.

Содержание главы 3 представлены в работах [97, 98, 99, 100, 101] автора.

ГЛАВА 4. РАЗРАБОТКА СПОСОБА ГЕНЕРАЦИИ СЦЕНАРИЕВ АНТИСОБЫТИЙ

Решение третьей вспомогательной задачи вызвано необходимость выработки «сильных» управляющих воздействий – сценариев антисобытий как средства противоаварийного управления для нормализации ситуации.

В ситуационном представлении это означает перевод режима работы объекта управления из чрезвычайной или аварийной ситуации в нормальную или экстремальную. Это предполагает, что объект управления наблюдаемый, т.е. ситуация на нем идентифицирована, формализована и сопровождаема, а внешние возмущения на управляемый объект детерминированы.

Для постановки задачи разработки способа генерации сценариев антисобытий требуется описание начального и конечного состояния объекта управления, которые характеризуются определенными ситуациями, которые предусматривают формирование «сильных» компенсаторных воздействий на ЧС и АМС.

4.1. Разработка способа формирования сценариев антисобытий

Первый этап генерации сценария антисобытий заключается в формализации возможных режимов работы системы управляемой переходными процессами объекта. Причем, каждый режим может включать несколько переходных процессов отделяемых реперными точками (рис. 4.1, 4.2).

На втором этапе генерации антисобытий выбираются стандартные программы (роли) управления каждым переходным процессом (рис. 4.3) и устанавливается порядок их следования в соответствии с «чек-листами».

На третьем этапе устанавливается иерархический порядок взаимодействия наблюдателей и операторов управления антисобытием.

На четвертом этапе инверсным сценарным методом составляются сценарии антисобытий, которые в дальнейшем будут подвержены анализу в виде выбора.

Такой способ формализации управления в «большом» отражает основные

требования прикладной СТАУ, которые заключаются в учете информационных, энергетических и материальных закономерностей и ограничений

При разработке способа генерации антисобытия использованы математические конструкции сценария чрезвычайной ситуации, включающего ее компоненты в виде логических построений (сцен), происходящих в переходном процессе, а их композиции сложенные в сценарии формируют траектории «сюжеты»[45]:

На основе сценарного подхода принимается, что разрабатываемый способ генерации антисобытий, должен представлять антисобытие в виде сценария, включающего сюжет, сцены и картины. За счет четкого детерминирования картин (состояний) графоаналитическими методами, сцен, содержащих алгоритмы использования технических средств и ресурсов, включая численность и действия (роли) участников транспортного процесса в рассматриваемый период эвристическими методами и сценария характеризующий порядок следования сцен с использованием логических методов.

В процессе генерации антисобытия для каждого сценария задаются начальные, конечные условия и ограничения, а также промежуточные ситуации и условия, в которых объект корректируется системой управления. Ограничениями области его применения при генерации антисобытий являются: начальное состояние постоянной времени объекта для перехода, аварийное состояние; конечное состояние постоянной времени объекта после перехода, штатное состояние; энергетический и материальный резервы; людской ресурс.

С использованием понятия сценарной методологии принята основная формальная конструкция способа представления антисобытия, состоящая из констант состояний в виде перехода от чрезвычайной ситуации к штатной или экстремальной.

Для этого воспользуемся прямым сценарным методом предложенный

В. В. Величенко для средств противоаварийного управления объектами. Суть метода заключается в организации взаимодействия между различными специалистами в сфере безопасности при постановке и решении высокоформализованных проблем, для вывода объекта из состояния чрезвычайной ситуации с минимальным ущербом.

Основными блоками сценарной конструкции являются [44]:

$$S = \bigcup_{i \in I} S_i, \tag{4.1}$$

где: I – множество, включающие все сцены катастрофы;

S_i – сцена, отдельный динамический процесс катастрофы, который определяется в фазовом пространстве, при помощи уравнений динамики процесса

$$D_i(u_i)[S_i] = 0, \tag{4.2}$$

где: $D_i(u_i)$ – оператор, который связывает текущее положение сцены с ее начальным состоянием и управляющими воздействиями u_i;

– пределы сцены S_i с прилегающими к ней пределами S_k, которые описываются равенствами и могут зависеть от управления v_i.

$$B_{ki}(v_i)[S_i] = 0, \tag{4.3}$$

B_{ki} – оператор трансформации, который связывает конец сцены S_i, и начало сцены S_k. В случае достижения предела i – той сцены конечными значениями её фазовых переменных преобразуются на начальные условия последующей k – той сцены в соответствии с равенством

$$Init(S_k) = R_{k,i}(w_i)[End(S_i)], \tag{4.4}$$

где:: $Init(S_k)$ – начало S_k сцены; $End(S_i)$ – окончание S_i сцены;

$R(w)$ – оператор, который может зависеть от управления w.

– сценарий S^A состоит из последовательных сцен, которые переходят от одной в другую $S_j, j \in I^A \in I$:

$$S^A = \{S_j^A\} = \{S_1^A \to S_2^A \to S_3^A \to \ldots \to S_j^A\}. \quad (4.5)$$

Элементы рассматриваются, как средства превращения информации, на вход которых поступает информация о внешних или внутренних параметрах действий субъекта, а на выходе формируются соответствующие рассуждения об истинных, по его мнению, значения этих параметров.

Сценарий антисобытия рассматривается, как функция времени и параметра *q,* график которой представляет степень развития ситуации, в зависимости от времени (рис.4.1). В соответствии с представленным, отношение сил инерции к движущим силам процесса, должно удовлетворять следующим условиям: если зависимость величины (q→[0;+∞]) увеличивается – график идет более круто, то для нормализации состояния следует срочно за меньшее время (τ→min) прикладывать силы

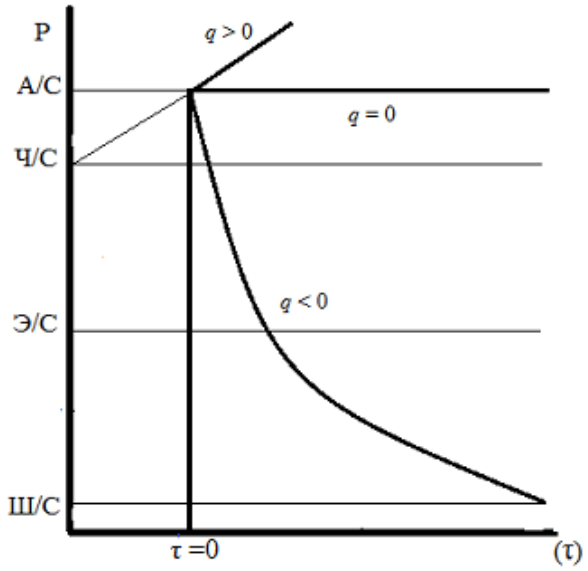

Рис.4.1 – Способ генерации антисобытия

управления (-q) намного больше превышающие силы возмущения. Если значение (q→[0;-∞]) уменьшается – то график идет более положе, это означает для нормализации состояния объекта следует прикладывать силы управления незначительно превышающие силы возмущения при имеющемся запасе времени (τ). Процесс идеального антисобытия определяется переменной

управляющего воздействия, возникаемого за счет применения максимальных отрицательных сил (q→[0;-∞]) противодействия для мгновенного перехода (τ→min) из аварийного состояния в штатное или экстремальное.

Это означает, что в идеальных условиях согласно принятому вероятностному методу, антисобытие имеет экспоненциальный характер, учитывающий взаимодействие составляющих в антисобытии, подчиняемого экспоненциальному закону:

$$P = P_0 e^{q\tau}, \tag{4.6}$$

где: P_0 – начальное состояние объекта; P – текущее состояние объекта;
q– энергетическая работоспособность; τ – время .

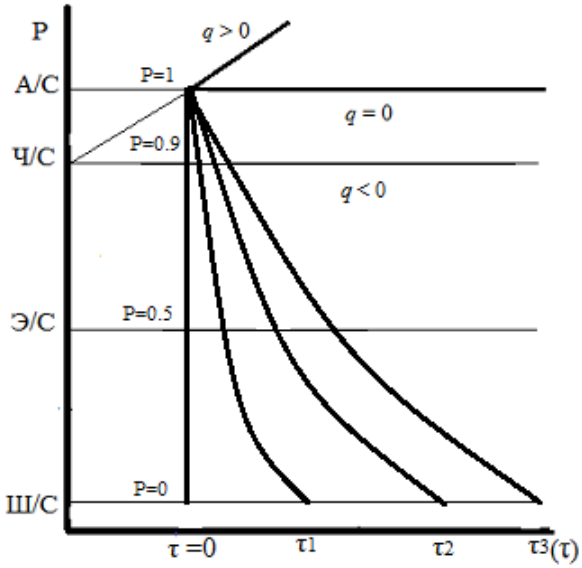

Рис.4.2 – Влияние функции P на антисобытие

График процесса перехода в антисобытии зависит от трех параметров, обладающих ограничениями, диапазон перехода P_0 до P по времени $e^{q\tau}$=1, когда τ=0 , степень напряженности объекта в текущей ситуации (P) $e^{q\tau} = 1$, при $q = 0$ и темп перехода, наклон кривой соответсвующий функции $tg \propto = f(q)$ при $tg \propto < 0$, представленного на рис. 4.2.

Физическая составляющая представляет собой энергетическое состояние и

материальный ресурс характеризующийся надежностью работы СТС. Энергетический ресурс за счет использования показателя характеризующего соотношения сил и работоспособность объекта (q). В этом случае объект обладает ресурсами, которые в зависимости от их величины формируют свою разгонную характеристику (инерционность), также учитываются основные показатели переходного процесса т.к. время переходного процесса, интенсивность (динамический заброс), степень затухания.

Управление движением судна в стесненных условиях портовых вод осуществляется двумя способами: способом изменения направления движения и способом изменения скорости судна.

Аналитическое описание маневрирования управления направлением движения судна представим с помощью интегрирования дифференциальных соотношений движения [43, 72]. Параметрами движения в этом случае являются, величина вектора скорости судна v и угол дрейфа β.

Обеспечение безопасности движения судна зависит от тормозных характеристик судна, которые определяются параметрами винта, рулей, якорных устройств. При этом на появление аварийной ситуации существенное влияние оказывают водоизмещения судна, волны, ветер, плохая видимость. Торможение судна при наступлении АМС может происходить в пассивной, активной и активно-аварийной форме с применением якорных устройств. Пассивное торможение судна происходит при остановленном двигателе за счет сопротивления воды. Активное торможение судна происходит за счет реверсирования главного двигателя и возникающей силе упора винта на задний ход. Активно-аварийное торможение судна происходит за счет аварийного выброса якоря.

Рассмотрим случай аварийного торможения при прямолинейном движении судна (угол дрейфа равен нулю). Величина вектора скорости $v(t)$ в этом случае удовлетворяет следующей задачи Коши [72].

$$m\frac{dv}{dt}+(k_0-k_v+k_\gamma)v^2+P_{max}=0, \tag{4.7}$$

$$v(0)=v_0, \tag{4.8}$$

где v_0 – скорость судна на момент возникновения АМС, m– масса судна, с учетом присоединенной массы воды; $\mathrm{P}_{\max}=K_p\rho n^2D_g^4$ –сила упора винта на максимальной частоте вращения вала; K_p – коэффициент упора винта n – частота вращения вала, D_g – диаметр винта, $\rho=1025\,{}^{кг}\!/_{m^3}$ – массовая плотность морской воды; $k_v=\frac{\mathrm{P}_{\max}}{v_0^2}$, $k_\gamma=k_\delta Gg$, G – масса якоря g – ускорение свободного падения, k_δ –коэффициент сопротивления грунта ($k_\delta\approx 5{,}5$)

Введем обозначения $a=k_o+k_\gamma-{}^{\mathrm{P}_{\max}}\!/_{v_0^2}, b^2={}^{\mathrm{P}_{\max}}\!/_{a}$ тогда уравнение (4.7) примет вид

$$m\frac{dv}{dt}+a(v^2+b^2)=0.$$

Дальше воспользовавшись методикой работы [72], получим решение задачи Коши (4.7), (4.8)

$$v(t)=\frac{bv_0+b^2\mathrm{tg}\frac{bat}{m}}{b-v_0\mathrm{tg}\frac{bat}{m}}. \tag{4.9}$$

Из соотношения (4.9) найдем зависимость времени от изменения скорости:

$$t=\frac{m}{ba}\mathrm{arctg}\frac{b(v_0-v)}{b^2+vv_0}. \tag{4.10}$$

Для определения тормозного пути, который пройдет судно за время t_0, воспользуемся формулой

$$S(t_0) = \int_0^{t_0} v(t)dt. \qquad (4.11)$$

Современные способы получения данных инерционно-тормозных характеристик судна удовлетворяют требованиям ММО и нормативным документам Украины, но ограничиваются в расчетах до скорости судна в 2 узла, тем не менее, для целей практического применения их в стесненных портовых водах этого не достаточно. Так как при скорости в 2 узла, судно еще обладает высоким потенциалом сил способных произвести разрушающие действия по отношению к портовой инфраструктуре, других судов и для самого судна. По этой причине данные инерционно-тормозных характеристик судов следует определять до момента минимально-предельной скорости сближения с причалом или другого судна, согласно стандарту [77] (0,25 узла) либо до нуля «0». Для расчета инерционно-тормозных характеристик судна воспользуемся алгоритмом расчета [24]. В соответствии с работами [102, 103, 104] гидропропульсивный комплекс судна представляет систему, включающую главный двигатель, передачи, валопровод и движитель (обычно гребной винт), средства активного управления (САУ) для обеспечения движения судна. В процессе его работы имеют определенные особенности в части показателей мощности, экономичности, тепловой и механической нагруженности ГД и выбора режима в разнообразных условиях плавания, описываемых различными характеристиками, которые изменяются в зависимости от сопротивления среды движению судна, вызываемой изменением осадки, обрастания корпуса и гребного винта (ГВ), мелководьем, погодными и стесненными условиями. В научных исследованиях [106] представлены взаимодействия элементов пропульсивного комплекса путем расчетов паспортной диаграммы и получения графических зависимостей сопротивления движению судна и полезной тяги от скорости судна и частотой вращения гребного винта.

Следует отметить что, если судно использует в качестве торможения

пропульсивный комплекс, то реверсу главного двигателя предшествует период пассивного движения из-за того, что реверс не может быть произведен мгновенно. Следовательно, период торможения состоит из трех составляющих: время необходимое для передачи команды управления топливоподачей на двигатель от рукоятки телеграфа; время пассивного торможения от момента прекращения подачи топлива до начала реверса главного двигателя; период активного торможения с момента реверса главного двигателя до полной остановки. Для обеспечения процесса управления перед выполнением морских операций необходимо знать плановую траекторию, построенную с учетом размеров акватории для маневрирования и динамических свойств судна. Однако в настоящее время такую процедуру, к сожалению, не выполняют, а предпочитают использовать обзорно-сравнительный способ, основанный на опыте капитана.

Поскольку в процессе управления маневрированием приходиться изменять заданный алгоритм по уточненной информации от наблюдения о негативных явлениях и корректировать его при появлении переменных ограничений и решать наблюдателю технологические задачи заново, все это существенно усложняет выполнение его интеллектуальных действий всвязи с необходимостью обрабатывать значительно больше информации, объем которой может превышать психофизиологические возможности наблюдателя по ее восприятию.

Работа пуско-реверсивной системы ГД, реверс и управления ГД зависят от многих факторов и определяются свойствами пропульсивного комплекса, типом ГД и его эксплуатационными характеристиками, особенностями пуска, реверсирования ГД и судна, свойствами регуляторов частоты вращения, динамическими качествами судна и ГД.

К основным показателям качества пуска и реверса относятся: частота вращения контрпуска, определяющая длительность реверса на ходу судна, а

следовательно, и выбег судна при торможении ГД; частота отсечки пускового воздуха, которая определяет длительность пуска и расход пускового воздуха от начала пуска до момента, когда двигатель начнет работать на топливе; величина пусковой топливоподачи, определяющая тепловую и механическую напряженность ГД при пуске и переходе на топливо Продолжительность разгона двигателя промежуток времени от момента начала работы двигателя до достижения заданного числа оборотов. При разгоне судна увеличение скорости движения связано с нарастанием оборотов винта и достижение им установленного номинального режима работы. Быстрое нарастание оборотов вызывает повышенную нагрузку двигателя и дополнительный расход топлива. Возможности улучшения пусковых качеств, главных судовых установок рассмотрены в исследованиях авторов [105, 106, 107]. Установлено что процесс маневрирования судна с использованием реверса двигателя, определяет промежуток время, когда судно движется вперед по инерции, а двигатель производит пуск на задний ход, именно этот момент, является наиболее стрессовым и проблематичным периодом управления пропульсивным комплексом судна. Таким образом, результатами исследований определено, что гидродинамические характеристики судна, движителем которого, является винт фиксированного шага в процессе реверсирования могут привести к затрудненному пуску главного двигателя из-за уменьшения крутящего момента [108, 109, 110]. Так же для оценки успешного старта двигателя, дополнительно необходимо учитывать скорость судна относительно воды и скорость течения относительно судна.

Процесс пуска происходит по схеме: посредством сжатого воздуха, попадающего в цилиндры от воздухораспределителя и пусковых клапанов, раскручивает коленвал двигателя до пусковой частоты $n_{дпуск}$. В это время стоп-цилиндр удерживает рейку топливных насосов на нулевой подаче. По мере достижения пусковой частоты вращения $n_{дпуск}$, стоп-цилиндр отключается, и

топливная рейка посредством гидроусилителя в соответствии с заданием регулятора частоты вращения переводится в положение соответствующее заданной частоты вращения. Система ДАУ в соответствии с алгоритмом пуска двигателя отключает главный пусковой клапан с задержкой, $\Delta t_{зад} \approx (1-1{,}5c)$ и двигатель работает «на воздухе и топливе» одновременно. После отключения главного пускового клапана (ГПК) двигатель переходит на топливо.

На математической модели смоделирован пуск двигателя для разной скорости движения судна относительно воды и влияния течения на пусковые качества пропульсивной установки [111, 112], а также разработана методика моделирования переходных процессов протекающих в дизелях [113]. По результатам моделирования установлено, что скорость течения или скорость судна влияет на время достижения частоты вращения $n_{допуск}$, при которой в цилиндры начинает подаваться топливо. Также результаты испытаний на моделях установили, что существует предел, соответствующий скорости судна «максимальная» или скорости течения «максимальное», при котором временной промежуток достижения частоты вращения коленвала, по окончании которого в цилиндры начинает подаваться топливо будет исчерпано и двигатель не пустится. Наряду с этим, если пуск двигателя произошел, то дальнейшее изменение частоты вращения происходит во всех диапазонах скоростных характеристик судна и течения воды. Методом компенсации скоростного фактора производится корректировка в системе автоматического управления двигателем время задержки отключения подачи пускового воздуха позволяющий разогнать двигатель до большей частоты вращения вала, которая обеспечивает устойчивое воспламенение топлива в цилиндре в период пусковой подачи. Согласно требованиям Морского Регистра, общее время пуска 7–10 с, и зависит от скорости нарастания частоты вращения (ускорения) вала ГД, от момента сопротивления М на винте и давления пускового воздуха $P_{ПВ}$.

Каждый график формирует сюжет, который разделяется на сцены.

Сюжетом является совокупность действий, событий, в которых раскрывается основное содержание антисобытия с отражением динамики действительности в форме развертывающегося в антисобытии действия, в форме внутренне-связанных (причинно-временной связью) поступков участников, событий, образующих известное единство, составляющих некоторое законченное целое. Сюжет представляет композицию и порядок следования множества сцен входящих в этот сценарий, хронология в котором может быть нарушена. Сцены представляют отдельный динамический процесс ситуации, которые содержат режимы использования технических средств, энергетических ресурсов и действующих лиц в фазовом пространстве.

Графическое изображение сюжета содержит начальную, конечную и промежуточные точки. Начальная точка представляет чрезвычайное и/или аварийное состояние объекта находящегося в условиях максимальных нагрузок. Эта информация необходима для определения сил, средств и резервов, которые следует иметь в наличии для использования в антисобытии. Конечным показателем является штатное состояние объекта определяющего его устойчивую работоспособность. Последовательность перехода по сюжету от одной сцены к последующей, представляются конечными значениями её фазовых переменных и преобразуются на начальные условия последующей сцены, ограничивающихся реперными точками сцен, располагающимися по сюжету сценария антисобытия (рис. 4.3).

Промежуточные точки учитывают контроль за состояниями возникающими при переходе объекта в промежуточных ситуациях, являясь точками отсчета измерений, что позволит оценить эффективность исполнения операторами текущего алгоритма заложенных в чек-листах и руководствах в сцене по сюжету антисобытия.

Процедура оценки промежуточных состояний использует вероятностный качественно-количественный метод, известный в теории рисков. Сочетание

влияющих факторов в антисобытии выделяемых в промежуточных точках формируют информацию по контролю за всей ситуацией о состоянии объекта при переходе от одной сцены к другой. Что представляет возможным, получить более определенный и непрерывный процесс перехода за установленный период времени.

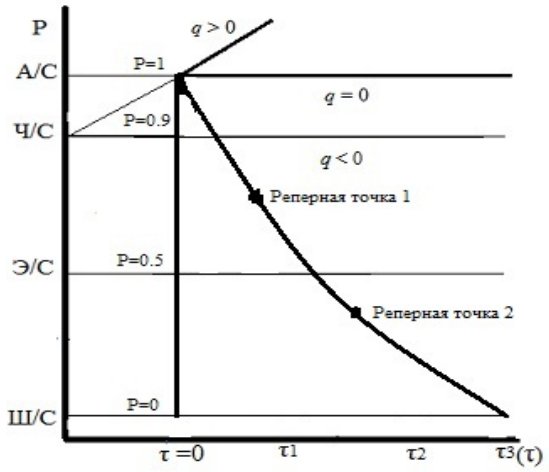

Рис. 4.3 – Формирование реперных точек

Таким образом, подключая логическую компоненту, операторы управляют антисобытиями по заложенным типовым алгоритмам, а также контролируют правильность исполнения ими алгоритмов (ролей), используемых в зависимости от установленного режима управления и с учетом ограничивающих факторов.

В виду быстротечности процесса перехода управляемого по логическим законам, присутствует элемент запаздывания, то наличие реперных точек, позволяет контролировать функции оператора входящих в сцену антисобытия, а также количество операторов задействованных на каждой из них. Этот эффект возникает при максимально сильных антисобытиях, когда время перехода минимальное, существует сложность контроля при наблюдении за возникающими ситуациями о состоянии объекта. Это связано с тем, что процесс антисобытия происходит одномоментно из-за высокой скорости перехода. При этом в представленном диапазоне ограничений имеются различные пути, т.к.

альтернативы антисобытий, представляющих сложную функцию процесса перехода, в основу которых положен принцип регулирования в большом теории автоматического управления, обеспечивающих близкие режимы работы к идеальному антисобытию, за счет изменения не только величины приложенной энергии, силы q адекватной к текущей ситуации, но также зависящего от используемого ресурса и числа участников.

Особенностью эвристической составляющей (рис. 4.4) является степень детерминации заключаемой в способности, подготовленности наблюдателей действовать на основании принятой стратегии действий. Именно в ней, наблюдатель формирует антисобытие, в котором представлена последовательность ввода алгоритмов режимов в создавшейся ситуации в сюжете сценария. Эти знания необходимы наблюдателям для фиксации состояния объекта при их сопровождении в промежуточных точках сцен антисобытия возникающих от операции к операции, согласно выбранным чек-листам.

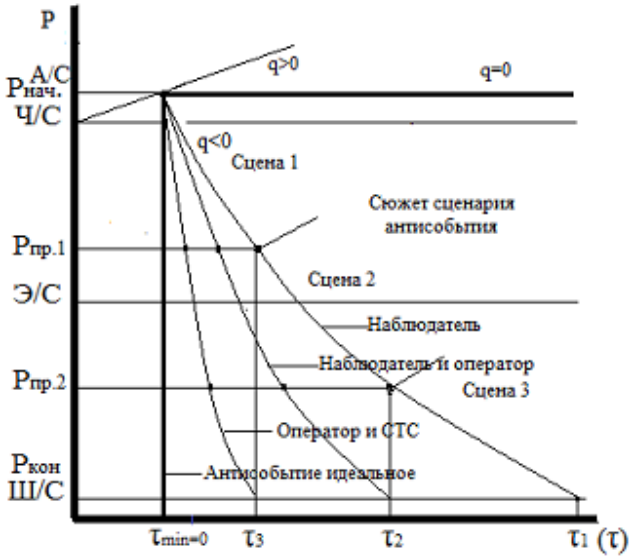

Рис. 4.4 – Эвристическая компонента в антисобытии

Эффективность их реализации оценивается посредством процесса сопровождения наблюдателем. Если полученное состояние объекта в конечной

точке сцены имеет тенденцию к снижению угроз, то эта точка является начальной для перехода на этап выполнения алгоритма для второй сцены в антисобытии. Если увеличивается уровень угрожающего явления в текущей ситуации, то в последующей сцене происходит усиление регулирующего воздействия за счет введения нового алгоритма, предусматривающего использование максимальных сил и ресурсов, что приводит к корректировке алгоритмов реализуемых в последующей сцене антисобытия.

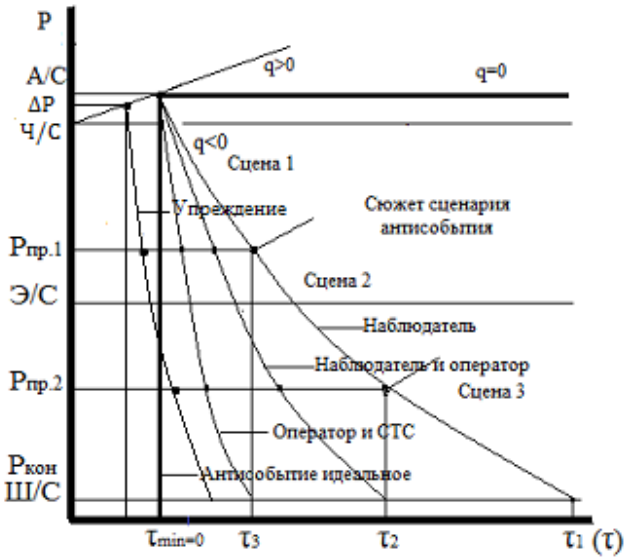

Рис. 4.5 – Влияние упреждения эвристической компоненты на антисобытие

Если использовать наблюдаемость посредством упреждения угроз, т.е. не доводить развитие ситуации до аварийного события, наблюдатель может за счет раннего обнаружения, идентификации, формализации и сопровождения обеспечить переход в штатную или экстремальную ситуацию задействовав меньше энергетических, материальных ресурсов и людских резервов (рис. 4.5).

Достаточность наличия, которых является необходимым для реализации замысла по сюжету; количественных изменений энергетического ресурса (логическая составляющая) при использовании методов и режимов, с помощью которых обеспечивается переход при совместной деятельности наблюдателя и оператора; количественных изменений в виде материального ресурса

(физическая составляющая) посредством использования инструментов и СТС. В их основе используются известные, отработанные приемы, в соответствии с руководством по эксплуатации технических средств, инструкций заводов-изготовителей технических средств, в составе которых содержатся заранее разработанные стандартные, типовые алгоритмы управления, включающие в себя известные для операторов режимы работы.

Для формирования альтернатив сюжетным способом: определяется временной диапазон антисобытия; формируется сюжет приближения альтернатив антисобытия к идеальному; проводится контроль промежуточных точек в переходах от одной сцены к другой, за счет определения влияния физической, логической и эвристической компонент.

Для апробации сюжетного способа генерации антисобытия приведем состояние судна в чрезвычайной ситуации для избегания столкновения в портовых водах при задействовании режима экстремального торможения. При движении, судно преодолевает сопротивление внешней среды, и действующие на него силы, уравновешивая попарно движущую силу и силу инерции с одной стороны, а также силу инерции и силу сопротивления с другой стороны.

Тогда условия: $q = \frac{F_d - F_c}{F_u}$, $F_д - F_с < 0$;

$$F_д = -F_c, \quad q = \frac{F_д}{F_с}; \quad q = \frac{-F_d - F_c}{F_u} \ , \quad q = -1$$

Формируемое антисобытие имеет ограничения по периоду времени до препятствия, дистанцию до препятствия, энерговооруженность. Используя сюжетный способ формирования антисобытия, сценарий антисобытия разделяется на сюжеты, которые имеют различные пути последовательностей наступления ситуаций и состояний объекта в происходящих сценах. В основе сюжета антисобытия используется чек-лист, характеризующий процедуру типового торможения судна главным двигателем. Сцены и промежуточные точки (пр.т.) распределяются:

Сцена1 – остановка двигателя, (пр.т.1) физ. – отсечка топлива регулятором, обороты ГД снизились в соответствии с расчетным временем, лог. – режим структура ДАУ, эврист. – 1 наблюдатель видит ГД остановился;

Сцена 2 – подача пускового воздуха для старта двигателя на задний ход (пр.т.2) физ. – главный пусковой клапан открылся воздух поступает в цилиндры, наличие оборотов ГД на задний ход, лог. – режим ДАУ, эврист. – 1 наблюдатель видит ГД с реверсировался и наличие оборотов;

Сцена 3 – достижение пусковых оборотов, подача топлива и воздуха, (пр.т.3) физ. – обороты ГД достигли значения пусковых оборотов в соответствии с расчетным временем подача топлива, лог. – режим ДАУ, эврист. – 1 наблюдатель видит обороты ГД не снижаются;

Сцена 4 – увеличение оборотов двигателя на задний ход, регулирование подачи топлива и вывод на заданный режим, (пр.т.4) физ. – увеличение подачи топлива регулятором, обороты ГД достигли заданным в соответствии с расчетным временем, лог. – режим структура ДАУ, эврист. – 1 наблюдатель видит ГД работает на задний ход согласно установленному заданию. Если происходит сбой в промежуточной точке той или иной сцены, т.е. контролируемое состояние объекта не соответствует выполняемому по чек-листу, то для перехода в требуемое состояние Р1, следует заменить последующую сцену по сюжету на другую сцену, путем увеличения энергии, изменения структуры или числа участвующих.

Главным достоинством применения способа генерации сценария антисобытия является определенность для операторов полученных альтернатив антисобытий, за счет знания наблюдателями о характере процесса перехода определяющегося углом наклона, местом нахождения в сцене по сюжету сценария с использованием промежуточных точек по контролю за состоянием объекта, а также наличию и количеству действующих лиц необходимых для реализации этих сцен.

Выводы к главе 4

Научным результатом решения третьей вспомогательной задачи является способ генерации альтернатив в виде сценариев антисобытия сформированных на принципах быстродействия, упреждения и допустимого риска, каждая из альтернатив которого формируется графоаналитическим, логическим и эвристическим методами с учетом располагаемых резервов.

Основное содержание главы изложено в статьях [114, 115].

ГЛАВА 5. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫБОРА СЦЕНАРИЕВ АНТИСОБЫТИЙ

Решение четвертой вспомогательной задачи направлено на формирование целевых функций и критериев выбора для принятия решений. При постановке задачи рассматривается концепция современной теории автоматического управления (СТАУ) в оптимизации управления «в большом» для оптимального достижения на каждом этапе функционирования системы главной цели при соблюдении множества ограничений [71]. Подсистема управления, прогнозирования и оптимизации подразумевает, что оператор управляет не отдельными элементами т.к. генерация, трансформация и передача тепла и других энергий и реагирует на параметры, а управляет процессами или энергопотоками, которые состоят из элементов характеризуемые показателями.

Технология выбора решения в процессе формирования регулирующего воздействия человеком представляет собой:

– *обращение в долговременную память* (база знаний) чтобы вспомнить есть ли там информация об однозначных событиях и ситуациях;

– *проведение декодировки* информации;

– *запоминание информации* в оперативную память, т.е. вспомнил; производится процесс осознания;

– *выбор решения* означает понять ситуацию, в которую он попал, т.е. оператор знает события и он знает ситуацию; производит сравнение с той ситуацией, в которой он был знаком ранее, т.е. в каких ситуациях какие события наступают, и сравнивает с реальной обстановкой; обработка информации происходит в процессоре для оценки работоспособности системы, т.е. оператор считывает текущую информацию о событии, присоединяет информацию полученной из оперативной памяти и подкрепляет информацией полученной по визуальному каналу (зрение);

– *процесс принятия решений* – проводится оценка условий – адекватные –

подключаются умения, выполняемых согласно инструкций, правил и т.д.; неадекватные – применяешь опыт, навыки приобретенные ранее и подключаешь имеющийся дополнительный блок программ противодействия находящихся в базе знаний и интуицию.

Таким образом, действия операторов по не допущению аварийных ситуаций предусматривают выбор возможных решений не только со знанием энергетических, материальных и ресурсных воздействий с последующим обеспечением быстродействия их реализации, но и понимания предсказанной степени тяжести последствий для объекта системы известных из типовых аварий. Таким образом, постановка задачи подразумевает разработку способа выбора альтернатив в механизме противодействия.

Для осуществления переходного процесса создаются условия реализации сгенерированных антисобытий путем выполнения процесса выбора представленного словесным описанием:

1. Оценить знание и понимание целенаправленности осуществляемого процесса антисобытия, т.е. распознавание угроз поведения явления за счёт обеспечения наблюдаемости;
2. Оценка масштаба последствий от наступления предполагаемого события;
3. Оценить знания и понимание объема располагаемого ресурса для обеспечения противодействия;
4. Выбор антисобытия по нормализации ситуации соответствующее критериям выбора:

   а) физически реальным – процесс должен быть реалистичен для исполнения с точки зрения физикалисткого процесса;

   б) логически обоснован – наличие чек-листов в состав которых входят сценарии, алгоритмы последовательности действий посредством которых происходит достижение поставленной цели в процессе

реализации антисобытия;

в) эвристически совершенен – наличие операторов и /или коллектива знающих, понимающих процесс исполнения поставленных антисобытий.

Таким образом, осуществляемый в результате выбор подразумевает решение в виде разработанного способа, предусматривающего целевое назначение выбора критериев оценки генерации альтернатив для последующего принятия решений, из подмножества выбираемых сценариев альтернатив с позиции понимания ее физической, логической и эвристической компонент.

Для этого проведем краткий анализ физической компоненты. По заключению А. В. Антонова [50], основные сложности, возникающие при решении задач выбора и принятия решений являются: – множество альтернатив может быть конечным, счетным или бесконечным; – оценка альтернативы может осуществляется по одному или по нескольким критериям; – критерии могут иметь количественное выражение или допускать качественную оценку; – режим выбора может быть однократным или повторяющимся, допускающим обучение на опыте; – последствия выбора могут быть точно известно, иметь вероятностный характер или иметь неоднозначный исход, не допускающий введения вероятностей. При разработке выбора критериев оценки генерации альтернатив используются критериальный и оптимизационный подходы. Выбор альтернативы на основе критериального подхода (каждую отдельную альтернативу можно оценить конкретным числом, объединенные значением критерия качества, целевая функция, функция предпочтения, функция полезности) предполагает, что выполненными являются несколько условий: известен критерий, задан способ сравнения вариантов и метод нахождения лучшего из них. Недостаточность такого подхода подразумевает необходимость учета условий, при которых осуществляется выбор. Используя оптимизационный подход, осуществляется сравнение альтернатив с

оптимальными параметрами и решается вопрос о целесообразности дальнейших улучшений показателей качества. Используемый оптимизационный подход представляет ограничения учитывающие чувствительность к изменению условий при решении задач. Методами решения, применяемые в исследовании являются, графоаналитический метод и экспертный метод в исследовании сложных систем которые не удается представить в виде формализованных математических задач. Таким образом, использование математического и эвристического аппаратов представляет обоснованность решения проблем выбора и принятия решений [94].

Для решения поставленной задачи, разработка способа критериев оценки при выборе антисобытий применяется принцип минимакса. Пространство критериев оценки приобретает вид функции из трех переменных, n-переменных, формирующих граничное поле изменений. Основными требованиями к способу выбора сценария антисобытия стали физическая целесообразность, простота выбора и быстродействие, которые удовлетворяются рядом ограничений целевой функции (3.3) в зависимости от имеющихся начальных условий.

Методы выбора экстремума непрерывной функции $\Delta P = f(\Delta\tau)$, расположенной на плоскости, ограничена к отрезку только одной действительной переменной$(\Delta\tau)$, и имеет максимум P_0 в начале, а минимум $P_{\text{к}}$ на конце отрезка, представлены, как способ эвристического рассуждения наблюдателя осуществляемого в следующей последовательности (рис. 5.1):

шаг 0. – наличие графоаналитического и логического описания N сценариев антисобытий;

шаг 1. – за текущей ситуацией устанавливаются значения

$$\Delta P_{\max_{(1)}} = P_0 - P_{\text{шс}}, \text{ и } \Delta\tau_{min_{(1)}};$$

шаг 2. – устанавливается значение $K_\Psi = P_0/P_{\text{шс}}$, и соответствующая минимальная постоянная времени $T_{0(\min)}$;

шаг 3. – если минимальная постоянная времени $T_{0(\min)}$ не удовлетворяет

условиям периода времени, то возможны два варианта;

шаг 4. – по первому варианту, когда текущая ситуация $P_{\text{чс}}$ еще не достигло значения P_0, то к предыдущему $\Delta\tau_{\max_{(1)}}$ добавляется период упреждения $\Delta\tau_{\text{уп}}$, а $\Delta\tau_{\max_{(2)}} = \Delta\tau_{min} + \Delta\tau_{\text{уп}_{(1)}}$; при этом $\Delta P_{\max_{(2)}} = P_{\text{чс}} + P_{\text{шс}}$; уменьшится на $\Delta P = P_0 - P_{\text{чс}}$;

шаг 5. – по второму варианту, когда при $T_{0(\min)}$ невозможно осуществить предупредительные меры, то минимизируется значение (по заданию) $\Delta P_{min} = P_0 - P_{\text{нс}}$, чтобы удовлетворить условиям переходного процесса;

шаг 6. – проверяется работоспособность технических средств, наличие соответствующих чек-листов и готовность операторов к реализации сценария антисобытия.

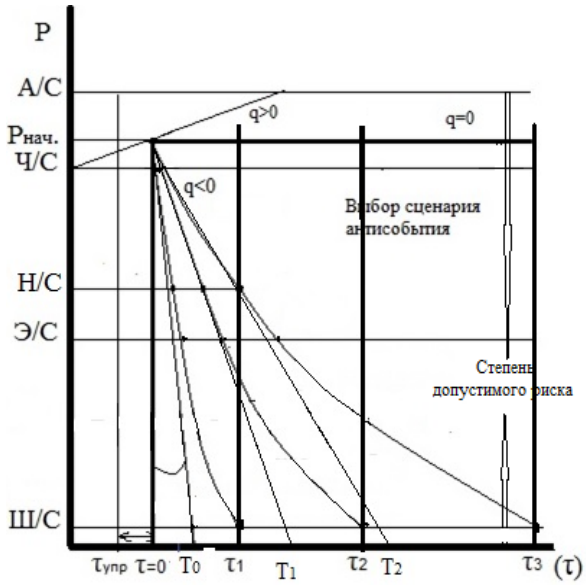

Рис. 5.1 – Критерии ограничений, влияющих на выбор процесса перехода

При обеспечении выбора критериев антисобытия из чрезвычайной и аварийной ситуаций в штатную при движении в стесненных условиях в отличие от движения в открытом море, выбор антисобытий существенно усложняется. Из-за этого определение критериев выбора антисобытий становится значительным за счет скоротечности периода времени на осуществление

процедуры перехода и осуществление неверного выбора антисобытия приводит к снижению эффективности организации процесса управления в чрезвычайных ситуациях.

Критерием выбора антисобытия представлено время, за которое следует осуществить антисобытие, и является заданным ограничением минимально неизбежного периода антисобытия. Важность этого критерия заключается в том, что он существенно влияет на время выполнения перехода антисобытия в установленный период.

Следующим критерием выбора антисобытия представляется диапазон компенсаторных свойств, характеризующийся физическими свойствами объекта влияющих на темп переходного процесса в виде энергетических воздействий обеспечивающих его инерционность. Важность этого критерия состоит в том, что охватывает максимальные или достаточные свойства различных компенсаторных свойств управления в антисобытии.

Критерий выбора антисобытий представлен степенью допустимого риска. Важность этого критерия состоит в том, что если антисобытие ограничено требуемым периодом времени, а компенсаторные свойства т.к. энергетические, материальные ресурсы и людские резервы не соответствуют уровню обеспечения перехода в штатную или экстремальную, то ограничение в виде степени риска приходится увеличивать вплоть до применения перехода на уровень экстремальной или нештатной ситуации, что влечет за собой задействование дополнительных людских ресурсов, СТС, буксиров, для того, чтобы иметь больше достаточных компенсаторных свойств для осуществления антисобытия на менее безопасном уровне (ситуации).

Рассмотренные критерия выбора антисобытия в совокупности создают возможность реализации нового способа выбора критериев антисобытия. В качестве необходимых локальных критериев представляются заданное ограничение минимально неизбежного периода антисобытия и диапазон

компенсаторных свойств, характеризующийся величиной инерционности переходного процесса объекта, а достаточным глобальным критерием является степень допустимого риска.

Способ критериального выбора антисобытия представлен в виде словесного описания:

шаг 1. Определение ограничений периода времени для осуществления перехода антисобытия;

шаг 2. Установление максимальных или достаточных компенсаторных свойств;

шаг 3. Если времени достаточно, а компенсаторных свойств управления недостаточно, то перейти на большую степень допустимого риска;

шаг 4. Если времени и компенсаторных свойств управления недостаточно, то перейти на большую степень допустимого риска от первоначально предполагаемого с применением максимальных средств и сил;

шаг 5. Если времени недостаточно, а компенсаторных свойств управления достаточно, то перейти на предполагаемую степень допустимого риска применением максимальных средств и сил;

шаг 6. Если времени и компенсаторных свойств управления достаточно, то перейти на предполагаемую степень допустимого риска;

шаг 7. Конец.

Таким образом, изучая рассматриваемый переходной процесс антисобытия с применением математического аппарата он становится оператору известен, т.е. детерминирован. Это означает, что оператор находясь на этапе упреждения, имеет предварительное понимание протекающего процесса.

В дальнейшем следует смотреть правильность логических построений и реализуемость. В качестве комплексного показателя реализации антисобытия необходимо также посмотреть логические и эвристические составляющие переходного процесса.

Логическое обоснование переходного процесса предполагает наличие различных алгоритмов, в составе которых могут использоваться множество законов, методов и приемов, включая решение задач связанных с возникновением сложных чрезвычайных ситуаций. Она представлена в осуществлении алгоритмического управления по заложенным типовым алгоритмам, используемых в зависимости от установленного режима управления. Эффективность оценки выбора переходного процесса характеризуется качественным показателем используемый в с системах логики алгоритмов имеющий следующие критерии; точность – с использованием величины ошибки в различных типовых режимах при выборе оптимального решения; быстродействие – для оценки быстроты реагирования САУ на появление задающего и возмущающего воздействий при установленных ограничениях.

Эвристическая компонента формирует понимаемость выполняемых действий, количество задействованных операторов в экипаже для противодействия угрожающим явлениям, а также правильность распределения и исполнения ими функциональных обязанностей по сценарию.

В настоящем исследовании экспериментально установлено время отработки команд на управление двигателем в зависимости от использования поста управления двигателя судна, результаты отражены в таблице Б.5, приложения (Б).

Графические зависимости усредненного периода времени пуска двигателя на различных постах управления двигателя судна представлены на рис.5.2.

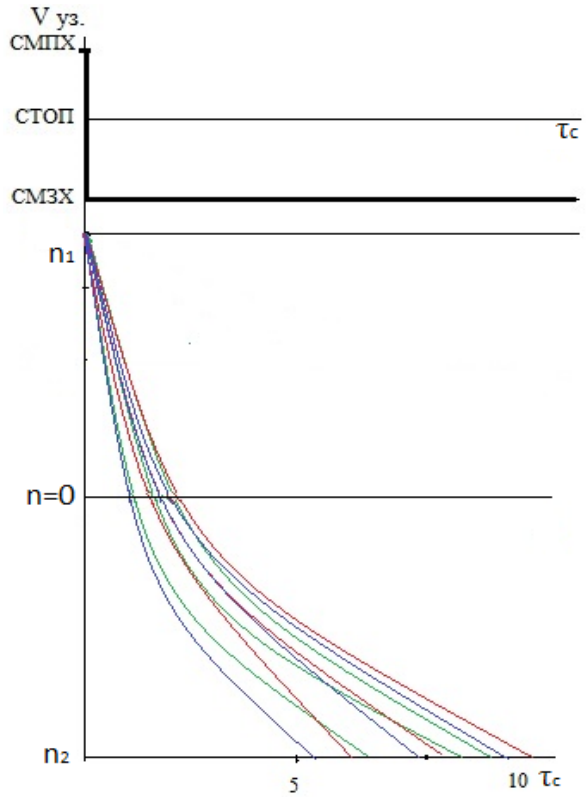

Рис. 5.2 – Графические зависимости усредненного периода времени пуска двигателя на различных постах управления

5.1. Выбор сценария-альтернативы реверса ГД торможения судна при реверсировании в момент последнего реверса

Этап I. Блок введения задания и условия внешней обстановки;

шаг 1. Введение элементов движения;

шаг 2. Введение кратчайшей дистанции до первой опасности;

Этап II. Блок определения маневренных качеств судна;

шаг 3. определение дистанции до точки соприкосновения с угрожающим объектом;

шаг 4. определение скорости судна;

шаг 5. определение сноса судна;

шаг 6. определение истинной скорости судна;

шаг 7. определение периода времени до точки остановки;

Этап III. Блок получения инерционно-тормозных характеристик судна;

шаг 8. определение характеристик пассивного торможения судна;

шаг 9. определение характеристик активного торможения судна;

шаг 10. определение периода реверсирования ГД с ДАУ;

шаг 11. определение периода реверсирования ГД с ДУ;

шаг 12. определение периода реверсирования ГД с АУ;

Этап IV. Блок управления и обнаружения отклонения фактического или по скорости его нарастания в поведении объекта управления точной обстановки;

шаг 13. Условие1. Если есть условие при котором в период полной остановки Тп.о.> Тпр.ДАУ п1 больше периода реверса на ДАУ попытка №1 , то имеется решение –« Управление осуществляется через ДАУ»;

шаг 14. активировать сценарий управления реверсом судна с мостика через ДА67

У;

шаг 15. дать команду буксиру по корме на одерживание;

шаг 16. Если нет перейти на условие 2;

шаг 17. Условие 2. Если Тп.о.> Тпр.ДАУ п2,то активировать сценарий попытка №2 управления реверсом через ДАУ;

шаг 18. Если нет, перейти на условие 3;

шаг 19. Условие 3. Если Тп.о.> Тпр.ДАУ п3, то активировать сценарий попытки №3 управления реверсом через ДАУ;

шаг 20. если нет перейти на ДУ;

шаг 21.Условие 4. Если Тп.о. ≤ Тпр. ДАУ п1, то передать управление в машинное отделение через ДУ;

шаг 22. Условие 5. Если Тп.о.>Тпр.ДУ, то активировать

шаг 23. если да то активировать сценарий управления реверс через ДУ;

шаг 24. если нет то перейти на условие 6;

шаг 26. Условие 6. если Тп.о ≤ Тпр. ДУ(1-3), то

шаг 27 если да , то передать управление реверсом на АУ;

шаг 28. Условие7, Если Тп.о.>Тпр.АУ, то перейти на шаг 29;

шаг 29. если «да», активировать сценарий управления реверсом через АУ;

шаг 30. если «нет», активировать аварийную систему «реверс последней надежды»;

шаг 31. Блок реализации маневра «реверс последней надежды»;

шаг 32. переключиться на аварийный баллон пускового воздуха в 3,0 Мпа;

шаг 33. пуск двигателя на реверс используя АУ;

шаг 34.дать команду буксиру 1 покорме работать на одерживание;

шаг 35. дать команду буксиру 2 поносу работать на укол;

шаг 36. дать команду буксиру 3 в корме поборту работать на упор;

шаг 39. Условие Тп.о.>Тполного реверса, то;

шаг 40. если «да», реверс успешный;

шаг 41. если «нет», авария;

шаг 42. Конец.

Схема торможения судна при реверсировании в стесненных условиях портовых вод (минимизация времени реверса) с использованием дополнительного источника потенциальной энергии для пуска ГД, в виде дополнительного баллона пускового воздуха (ДП) представлена на рис. 5.3.

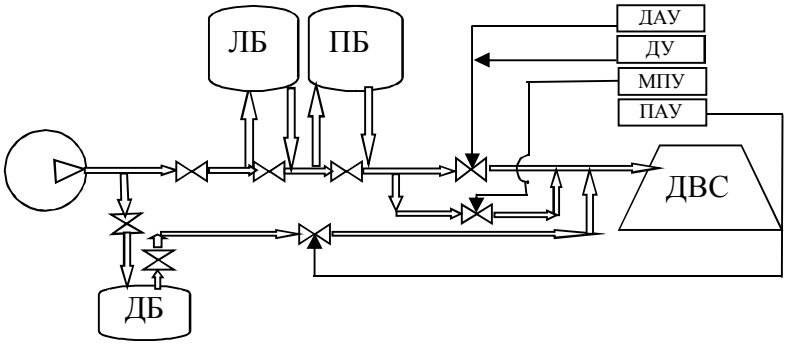

Рис. 5.3 – Принципиальная схема включения дополнительной энергии момента

последнего реверса

Выводы к главе 5

Научным результатом решения четвертой вспомогательной задачи стал способ выбора критериев для принятия наблюдателем решения на применение сил и средств по выходу из АМС по принципу минимакса, отличающийся последовательностью и вариабельностью критериальных ограничений, как по заданию $\Delta P_{\max}$ (ΔP_{min}), $\tau_{\max_{(i)}} = \Delta\tau_{min} + \Delta\tau_{\text{уп}_{(i)}}$, так и максимальному применению имеющихся сил $(T_{0(\min)})$, технических средств и людских резервов.

ГЛАВА 6. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРЕДРЕЙСОВОЙ ПОДГОТОВКИ

Решение главной задачи исследования предусматривает разработку метода предрейсовой подготовки лиц командного состава судов на уровне управления, обеспечивающих техническую безопасность в период эксплуатации судна.

Методика подготовки, помимо использования результатов решения вспомогательных задач, должна включать процедуры принятия решения и его реализацию с последующей разработкой методики. Поэтому для решения главной задачи использован синтез результатов вспомогательных задач и научных результатов принятия и реализации принятого решения. Это позволит осуществить подготовку операторов, обладающих знаниями, пониманием, умением, навыками и опытом безопасного управления в чрезвычайных и аварийных ситуациях.

6.1. Особенности принятия решений при действии в чрезвычайной ситуации

Процедура принятия решения предполагает приведение объекта управления, сил, средств и людского ресурса (операторов) в соответствие выбранному сценарию антисобытия.

При принятии решения необходимо установить, насколько выбор антисобытия на предыдущем этапе соответствует текущей ситуации, в которой находится объект, т.к. совпадение всех условий для обеспечения полной готовности к противодействию в чрезвычайной ситуации встречается редко. Важность заключается в обеспечении готовности объекта и достаточности ресурсов по реализации физической, логической и эвристической компонент сценария антисобытия, а также непосредственно оператора-наблюдателя к его реализации. Для оценки и контроля процедуры принятия решения предполагается ввести критерий согласованности, предложенный А. С. Мальцевым [24], с помощью которого оценивается достаточность и

своевременность наличия всех факторов в процессе принятия решения по всем выбранным элементам сценария антисобытия соотнесенных к различным ситуациям. Наличие совпадений всех составляющих подразумевают условия, при которых возможен переход на следующий этап – процесс (успешной) реализации. Если временной фактор этого не позволяет, то следует усилить воздействие экстремальных компонент или осуществить повторный выбор сценария антисобытия в сторону упреждения. При оценке согласованности объекта и выбранной стратегии поведения вводится три критерия: локальный, обобщенный локальный и глобальный.

Локальный критерий согласованности характеризует степень соответствия каждой сцены сценарию антисобытия. Общее количество локальных критериев определяется тремя компонентами и пятью факторами, которые в сочетании составляют 15. Условные обозначения критериев приведены в табл. 6.1.

При согласованности сцены сценарию антисобытия в рассматриваемой ситуации с одной из компонент организации принятия решения критерий согласованности принимает значение равное 0,33, а при отсутствии – нуль.

Таблица 6.1 – Локальные критерии согласованности

№ п/п	Компоненты организации этапа принятия решения	Ситуации сценария антисобытий				
		Штатная $K_{Ш}$	Экстремальная $K_{Э}$	Нештатная $K_{Н}$	Чрезвычайная $K_{Ч}$	Аварийная $K_{А}$
1	Физическая $K_{Ф}$	$K_{ШФ}$	$K_{ЭФ}$	$K_{НФ}$	$K_{ЧФ}$	$K_{АФ}$
2	Логическая $K_{Л}$	$K_{ШЛ}$	$K_{ЭЛ}$	$K_{НЛ}$	$K_{ЧЛ}$	$K_{АЛ}$
3	Эвристическая $K_{Э}$	$K_{ШЭ}$	$K_{ЭЭ}$	$K_{НЭ}$	$K_{ЧЭ}$	$K_{АЭ}$

Обобщенные локальные критерии согласованности сценария антисобытий формируются по текущей ситуации:

$$
\begin{aligned}
K_{\text{Ш}} &= K_{\text{ШФ}} + K_{\text{ШЛ}} + K_{\text{ШЭ}}, \\
K_{\text{Э}} &= K_{\text{ЭФ}} + K_{\text{ЭЛ}} + K_{\text{ЭЭ}}, \\
K_{\text{Н}} &= K_{\text{НФ}} + K_{\text{НЛ}} + K_{\text{НЭ}} \\
K_{\text{Ч}} &= K_{\text{ЧФ}} + K_{\text{ЧЛ}} + K_{\text{ЧЭ}}, \\
K_{\text{А}} &= K_{\text{АФ}} + K_{\text{АЛ}} + K_{\text{АЭ}}.
\end{aligned}
\tag{6.1}
$$

Они характеризуют степень согласованности по ситуационным сценам сценария антисобытия по всем компонентам организации принятия решения. Каждый из них принимает значение равное [0;1].

Глобальный критерий согласованности $K_{\text{гл}} \epsilon$ [0;15] характеризует степень согласованности трех компонент в пяти ситуациях при организации принятия решения с соответствующими сценами сценария антисобытий по ситуациям, представленными в виде общих критериев. Если глобальный критерий равен пятнадцати, то обеспечивается согласованность составляющих подготовительного периода этапа принятия решений и создаются предпосылки для успешной реализации принятого сценария антисобытия. Всвязи с тем, что предположение о полном совпадении всех сцен по компонентам не совсем корректно, то для определения оценки глобального критерия согласованности введена вероятность риска путем сравнения полученного значения с идеальным.

Таким образом, каждый локальный критерий текущей ситуации состоит из трех компонент:

$$K_j = \sum_1^3 K_i. \tag{6.2}$$

Тогда глобальный критерий определится как:

$$K_{\text{гл}} = \sum_{j=1}^{m} \sum_{i=1}^{n} K_{i,j}, \tag{6.3}$$

где, n=3 – количество критериев по компонентам сценарию; m=5 – количество текущих ситуаций в сценарии антисобытий.

Эффективность согласованности:

$$\eta = K_{гл} * (m * n)^{-1}, [отн.ед.], \quad (6.4)$$

где n_c – количество ситуаций (актов) в сценарии антисобытия.

Качество методологического обеспечения методики определяется многокритериальной формой: глобальным критерием стал критерий согласованности $K_{гл}$ сценария антисобытия, который принимается и тремя локальными критериями его компонент: физической – $K_ф$; логической – $K_л$ и эвристической – $K_э$ для каждой текущей ситуации: штатной $K_Ш$, экстремальной – $K_э$, нештатной – $K_н$, чрезвычайной – $K_ч$, и аварийной – $K_а$.

Оценка эффективности предрейсовой подготовки определялось по среднеквадратичной погрешности поведения наблюдателя во время реализации сценария антисобытий по формуле:

$$СКП = \sqrt{(\eta_е - \eta_р)^2}, \quad (6.5)$$

эффективность подготовки:

$$\eta_{пп} = (1 - СКП) * 100\ \%, \quad (6.6)$$

где: $\eta_е$– эффективность сценария антисобытия; $\eta_р$– эффективность реализации ее наблюдателем.

Прохождение процедуры принятия решения позволяет мобилизовать силы, средства и резервы для реализации сценария антисобытия из АМС в ШС, оценить степень готовности к его реализации, и в случае не готовности снизить темп перехода, сократив количество сцен и даже актов путем перехода из ЧС в ЭС или НС.

Принятие решения уже на ранней стадии усложнения развития ситуации обеспечивает оператора-наблюдателя запасом времени на проведение этапа реализации сценария антисобытия при меньших затратах ресурсов и резервов.

6.2. Управление событиями

После принятия решения осуществляется этап реализации одобренного на этапе принятия решения сценария антисобытия. Эта процедура представляет статистический синтез эргатической системы, находящейся под действием негативных явлений детерминированного характера.

Целевой функцией переходного процесса из АС (ЧС) в ШС (ЭС) связанного с реализацией сценария антисобытия может стать среднеквадратичная ошибка. Оптимальной реализацией сценария антисобытия является минимум значения результирующей среднеквадратичной ошибки, которая вычисляется по формуле:

$$\text{СКП} = \sqrt{S^2} = \sqrt{\frac{1}{3n}\sum_{i,j,z=1}^{n}\left(P_{\text{Э}(i,j,z)} - P_{T(i,j,z)}\right)^2} \to 0, \qquad (6.7)$$

где: $P_{\text{Э}}$ и P_T – эталонная и текущая ситуации, отн.ед., n – число реперных точек, ед.; $i \in [1; n]$– физическая компонент, ед.; $j \in [1; n]$-логическая компонента, ед.; $z \in [1; n]$– эвристическая компонента, ед.

При реализации заданного сценария требуется выбирать темп перехода, сюжет каждой сцены (периода отработки алгоритмов управления) и последовательность его воспроизведения с тем, чтобы получить минимум среднеквадратичной ошибки (погрешности) СКП.

Ошибки могут возникнуть на любой стадии сценария, т.е. поменялись внешние условия и ситуация, означающее, что функция физической, логической и эвристической компонент не реализована и, таким образом, необходимо принимать решение, компенсирующее эти отклонения. Управляя этим процессом, оператор-наблюдатель осуществляет организацию прохождения сценария антисобытия, и формирует проверку отклонений. Всвязи с тем, что элементы физической, логической и эвристической компонент могут препятствовать или наоборот содействовать проведению сценария антисобытия, то для осуществления контроля за реализацией воспользуемся методом

имитационного моделирования.

Таким образом, за эффективность использования компенсаторных средств при воспроизводимости процесса компенсации АМС обеспечивается оператором, а контроль и корректировка исполнения сценария антисобытия обеспечивается оператором-наблюдателем.

6.3. Оценка компетентностей лиц командного состава судов на уровне управления

Для осуществления контроля сценария антисобытия возникает потребность в специалистах способных к управлению событиями. Степень их готовности должна соответствовать уровню по управлению событиями направленной на формирование синергизма компетентностей операторов-наблюдателей в предпринимаемых решениях по задействованию энергетических, материальных ресурсов и людских резервов в нужный момент времени. Всвязи с этим неадекватные действия операторов-наблюдателей в процессе управления событиями свидетельствует о недопонимании ими опасности чрезвычайной ситуации из-за низкой компетентности. Для этого проводится обучение и оценка соответствующей степени готовности оператора-наблюдателя к управлению событиями по критерию компетентности.

Рассматриваемая методика предрейсовой подготовки содержит обучение операторов способных осуществить: наблюдение; оценивание аварийных ситуаций; формирование и выбор сценария антисобытия; принять решение; реализовать сценарий антисобытия.

При оценке устанавливается эталонное значение времени и безошибочность выполнения действий направленных на осуществление процесса управления событиями в виде интегрального показателя идеального сценария антисобытия, содержащего 100 %-й результат, а любые ошибки, запаздывания в процессе принятия и реализации сценариев антисобытия

приводят к начислению штрафных баллов сведенных в реальный интегральный показатель (I) представленных на рисунке 6.1.

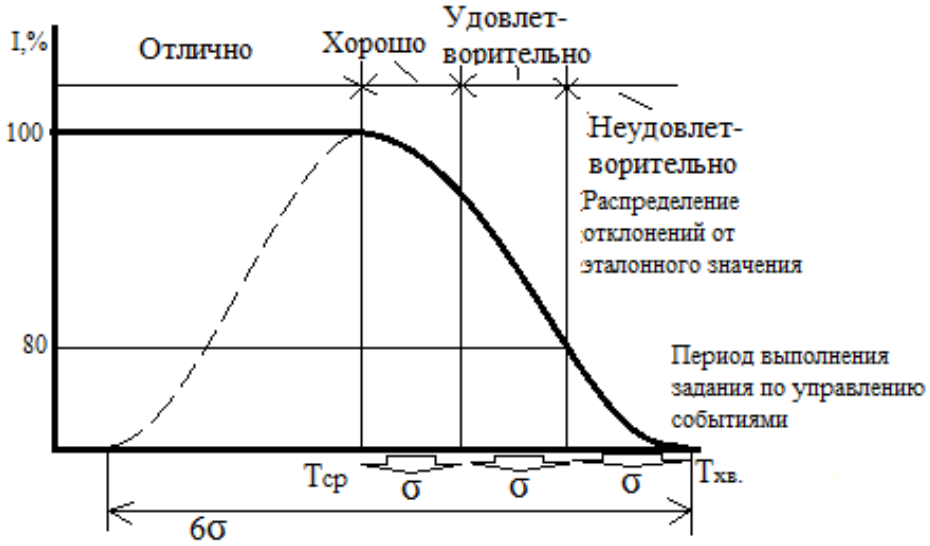

Рис. 6.1 – Принципиальная схема оценки компетентностей операторов-наблюдателей на тренажере с учетом нормального распределения времени по управлению событиями

Критерий компетентности операторов-наблюдателей определяется значением минимального отклонения интегрального показателя выполненного сценария антисобытия по управлению событиями от значения эталона.

Для обеспечения синхронности составляющих сценария антисобытия временной показатель исполнения определяется величиной среднеквадратичной ошибки, а критерий оценки компетентности операторов-наблюдателей базируется на получении знаний, пониманий, умений и навыков методом экспертного оценивания по типу «четырехбалльной» системы на имитационных тренажерах.

Шкала оценки компетентностей операторов-наблюдателей на тренажере представлена в таблице 6.2, где нижним уровнем показателя прохождения тренажерной подготовки является значение $I_н$ равное 80 %.

Таблица 6.2. – Шкала оценки компетентностей операторов-наблюдателей на тренажере

Баллы	Выражение в процентах	Описание
4	98–100 %	Отлично
3	91–97 %	Хорошо
2	80–90 %	Удовлетворительно
1	<80 %	Неудовлетворительно

Целью методики предрейсовой подготовки является выработка понимания операторами степени угрозы от негативных явлений, с которыми им с большей вероятностью предстоит встретится, и овладение методами и приемами адекватными для противодействия им.

Для постановки задачи по разработке методики необходимо проанализировать состояние уже существующей предрейсовой подготовки и требования к ней.

В настоящее время международные стандарты компетентности членов экипажей морских судов (операторов судовых эргатических систем) установлены в Кодексе ПДНВ [1], а национальные – в квалификационных характеристиках работников морского транспорта [118]. В Кодексе ПДНВ стандарты компетентности для оператора судовой эргатической системы уровня управления базируются на четырех базовых положениях: – знании; способности воспроизводить или вспоминать факты без обязательного их понимания; – способности «схватывать» («улавливать») или создавать (формировать) смысл материала, интерпретировать выученную информацию; – профессиональных навыках, которые предполагают наличие способности применять знания для решения конкретных профессиональных задач, в основном относящихся к стандартным ситуациям. Командный состав современного судна имеет наборы компетентностей для следующих уровней иерархии судовой эргатической системы: подсистемы управления; подсистемы прогнозирования и оптимизации

[65, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126].

В традиционном виде предрейсовая подготовка судовых операторов является элементом системы подготовки экипажей для безопасного управления судном путем применения судовых эргатических систем, и используется для повышения профессиональных знаний, умений и навыков, а также готовности операторов реагировать на отказы, приводящие к аварийной ситуации.

Для повышения эффективности подготовки посредством использования принципов усовершенствования систем управления, в предрейсовую подготовку вводится новое качество по принципам функционирования, структурирования и управления системой, за счет расширения функций, законов, применения новых элементов и т.д. Подготовка высшего командного состава судна (наблюдателей) направлена на управление событиями путем повышения наблюдаемости, выбора стратегии, формирование и реализация сценариев антисобытий компенсаторного управления в чрезвычайных и аварийных ситуациях.

На рисунке 6.2 представлено сравнение схем элементов систем управления подготовки экипажей судов на соответствие Кодексу ПДНВ [1] по квалификационным признакам, структуре и управляемости (таблица 6.3). Обе системы материальные, неорганической природы, где: ТПП – регуляторы традиционной предрейсовой подготовки экипажей; БЗУИ – блок задания уровня подготовки; БПП – блок регуляторов предрейсовой подготовки и приемлемости квалифицированного уровня подготовки включая по управлению событиями; БВОТПП – блок выбора оптимального технологического процесса подготовки; ВнТ – внешние требования по подготовки экипажей; ВнутрТ – внутренние (корпоративные) требования по подготовке экипажей; ВВ, УВ, РУВ – возмущающее управляющее и ручное управляющее воздействие; ПО, ОС – прямая и обратная связи; КУ – квалификационные уровни 1-6; КУП – квалификационный уровень подготовки 1-6 и выше.

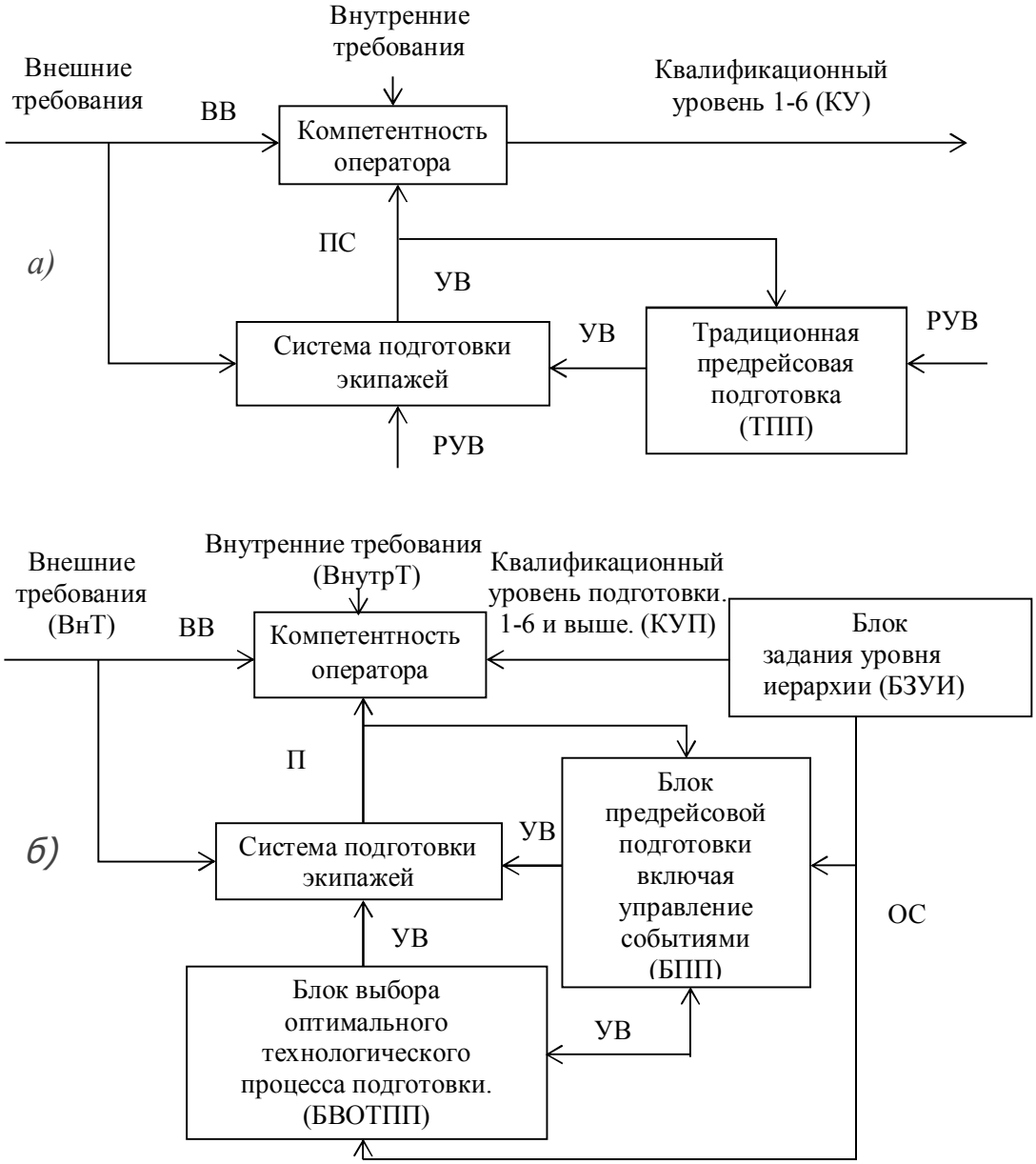

Рис. 6.2 – Обобщенные схемы взаимосвязей в системах управления подготовкой экипажей существующей (а) и создаваемой (б)

По признаку общности и различия: схема (а) обладает только прямой связью по каналу; система (б) имеет как прямую, так и обратную связи между объектами управления, а также их элементами, что является определяющим при организации управления. При этом функциональная особенность обратной

связи обеспечивает влияние на орган управления через предрейсовую подготовку. В качестве управляющего воздействия (УВ) формируется приобретаемое операторами в процессе подготовки знания, умения, понимания и навыки.

По организации системы: система (а) – одноцелевая, а система (б) – многоцелевая. Система (б) соответствует принципу целостности по признакам наличия объекта и органа управления, прямой и обратной связи.

Таблица 6.3 – Обобщенная сравнительная характеристика систем подготовки экипажей существующей (а) и создаваемой (б).

№ п/п	Наименование	Система	
		(а)	(б)
1	Классификационные признаки		
1.1	Общность и различие	прямая связь	прямая и обратная связь
1.2	Управление	недетерминированное	детерминированное
1.3	Взаимосвязь элементов	динамическая	динамическая
1.4	Сложности реализуемых функций	простейшая (1-го уровня)	Поведенческая с запоминанием (4-го уровня)
2	Структура (принципы)		
2.1	Цели	одноцелевая	многоцелевая
2.2	Целостность	не соответствует	соответствует
2.3	Простоты	не соответствует	соответствует
2.4	Сбалансированности (критериальный)	не соответствует	соответствует
3	Свойства элемента управления		
3.1	Информативность	не обладает	обладает
3.2	Целенаправленность	не обладает	обладает
3.3	Быстродействие	не обладает	обладает

Система (а) такими качествами не обладает. По принципу простоты система (а) имеет меньшее число элементов и связей. Однако в отличие от системы (б) она не достигает цели управления. По принципу сбалансированности система (а) не предусматривает оптимального функционирования.

В тоже время как орган управления по точности (интегральные показатели качества), быстродействию (минимум времени переходных процессов) и экономичности (минимум неизбежных затрат или максимум энергатического к.п.д. системы).

По принципу преимущественных возможностей предусматривается, что система (б) должна обладать несомненными преимуществами, благодаря более высокому уровню автоматизации. По признаку управления: система (а) (ручное управление) не детерминирована; а система (б) детерминирована т.к. определяет возможные варианты взаимосвязей: функциональные или по типу вход-выход по всем каналам системы.

По взаимосвязи элементов обе системы являются динамическими с эволюцией во времени состояний объектов, свойств систем и их элементов.

По признаку сложности реализуемых функций система (а) относится к простейшим (1-го уровня) из-за отсутствия обратных связей, а систему (б) следует отнести к системам 4-го и выше уровней, способных запоминать информацию и организовывать управление, а также осуществлять прогнозирование и оптимизацию в управлении антисобытиями. Поэтому в блоке задания уровня подготовки (БЗУП) должна храниться, запоминаться и обрабатываться информация, отражающая текущее и заданное состояние условий подготовки экипажей и обобщенные характеристики уровня квалификации операторов адекватно действующих до, вовремя, и после воздействия явлений происходящих в различных ситуациях пространства состояний. Организация управления подготовкой оператора по управлению

событиями в зависимости от ситуаций и состояния выходных состояний объектов системы формируемых в БЗУП, должна осуществляться в БВОТПП, а непосредственное регулирование компетентности операторов в подготовке в БПП.

По управляемости орган управления должен удовлетворять принципам достаточного информационного многообразия, целенаправленности управления и быстродействию БЗУП, имитируя запросы системы подготовки экипажей, призван удовлетворять первым двум принципам, а быстродействие, с учетом принципа оптимального функционирования (минимальных потерь при достижении цели) возлагается на исполнительные элементы органа управления БВОТПП и БПП. Ограничительной характеристикой быстродействия системы будет ее общая инерционность. По сути, система (а) составляет основу системы (б). В связи с этим, в обобщённом виде, методика предрейсовой подготовки представляется следующими этапами:

1. *Презентация* – подготовка и определение начальных условий и уровня компетентности операторов-наблюдателей.
2. *Проведение обучения* посредством методики предрейсовой подготовки наблюдателей при управлении событиями.
3. *Реализация* освоенных новых знаний, умений и навыков в управлении событиями на соответствующем тренажерном оборудовании.
4. *Заключительный* – оценка качества приобретенных новых знаний, умений и навыков наблюдателями по управлению событиями в чрезвычайных и аварийных ситуациях в процессе проведенной предрейсовой подготовки.

6.4. Общая характеристика методики предрейсовой подготовки

Методика «предрейсовая подготовка высшего командного состава к управлению событиями при эксплуатации судов в чрезвычайных ситуациях» предназначена для подготовки персонала к адекватным действиям в

неадекватных условиях чрезвычайных ситуаций, в обязанности которых входит использование судов в море и ограниченных условиях порта. В методику включены методы формирования принятия решений при управлении событиями для повышения безопасности при обеспечении ходкости, плавучести и пожаробезопасности судов. Методика соответствует требованиям Правила VI / 3 МК ПДНВ-78 з поправками, Раздел A-VI / 3 и таблицы A-VI / 3 Кодекса ПДНВ.

На уровне «управления» типовая программа подготовки представляет собой участие подготовленных моряков уровня управления т.к. капитан, старший помощник капитана, старший механик, 2-й механик, которые прошли тренинг уровня «эксплуатации» и приобрели опыт, работая в должности.

Целенаправленность тренинга обусловлена приобретением за счет выполнения упражнений в виде разработанных сценариев, адресованных на восстановление знаний, умений и навыков в области эксплуатации судна и СЭУ, вспомогательных механизмов и их систем, способность управления судна и СЭУ в различных ситуациях, повышение готовности операторов уровня управления для эффективного управления действиями команды, а также противодействию чрезвычайных и/или аварийных ситуаций и реагирование на их возникновение.

В соответствии с типовым планом подготовки по направлению «Управление составом вахты мостика и машинного отделения» на уровне «управления» наблюдатели должны – знать и уметь применять технику принятия решений, таким образом, за счёт введения методики предрейсовой подготовки формируются новые качества готовности наблюдателей к компенсаторному управлению.

Методика предрейсовой подготовки является добровольной, в ней совмещаются тематика эксплуатационных аспектов, технологического развития и организационно-управленческого обеспечения процесса противодействия

угрозам при управлении событиями, формировании сценариев антисобытий и их реализации в различных эксплуатационных режимах судна в состоянии чрезвычайных ситуациях. Для наиболее эффективного усвоения материала тренинга классифицируются уровни предрейсовой подготовки наблюдателей. На уровне знаний наблюдатели должны иметь достаточную базовую теоретическую подготовку, как в области общепрофессиональных дисциплин, так и в области профессиональной специализации уровней эксплуатации и управления. Дополнительно в методике предрейсовой подготовки дается представление о теории жестких и мягких систем; рассматриваются теоретические и методологические основы системного анализа; характеризуются основные подходы для повышения идентификации угрозы, вероятностный подход для ее формализации, сопровождения и генерации антисобытий, сценарный и графоаналитический подходы для создания сценариев аварийных событий и антисобытий, выбора и принятия решений,

На уровне «понимания» раскрываются физика эксплуатационных процессов на основе фундаментальных теоретических знаний, выявленных закономерностей, входящих в причины происходящих аварий, и дается углубленное понимание о прогнозировании развития чрезвычайной ситуации и переходе сознания наблюдателей из настоящего – в будущее или прошлое, направленное на поиск, выявление, а также реализацию стратегических, тактических и оперативных направлений при управлении событиями.

На уровне «умения» в программу включены процедуры подготовки судна к рейсу, управление технической эксплуатацией судна в море и в порту. С особым вниманием рассматриваются механизмы решения задач по управлению событиями в области в различных ситуационных режимах эксплуатации судна: обеспечения пожарной безопасности; обеспечения непотопляемости; обеспечения ходкости судна.

На уровне приобретения «навыков». На промежуточных и заключительном

этапах методики предрейсовой подготовки проводится комплекс реализуемых заданий, связанных с формированием навыков по управлению событиями и реализации принятых решений к адекватным действиям в чрезвычайных условиях плавания для адаптации операторов высшего командного состава, с помощью тренажера.

Тематический план подготовки наблюдателей в предрейсовой подготовке по управлению событиями представлен в приложении (Е) таблица Е.1. Курс рассчитан на 38 аудиторных часов в течение одной недели.

Наблюдатели, прошедшие разработанную программу предрейсовой подготовки, в случае появления неадекватных ситуаций при управлении судном должны уметь взять на себя командование и осуществлять управление событиями в борьбе за живучесть судна в чрезвычайных ситуациях, используя методы, которым они были обучены.

6.4.1. Требования к готовности наблюдателей вовлеченных в тренинг с использованием методики предрейсовой подготовки

Подсистема прогнозирования и оптимизации (капитан, старший механик) связана с планированием работ с учетом анализа состояния судовой эргатической системы в целом: прогнозирования на последующий период перспективных целей и задач; умением донести другим операторам информацию, идеи, выводы и собственный опыт, знания в сфере профессиональной деятельности; принятием решений в сложных и непредсказуемых условиях, что требует использования инновационных подходов.

В подсистеме управления (старший помощник, второй механик) деятельность операторов целиком связана с эффективным использованием людей и техники, постановкой целей и разработкой способов действий, решением сложных непредсказуемых задач и проблем в специализированных сферах профессиональной деятельности, что предусматривает сбор и

интерпретацию информации, выбор методов и инструментальных способов, обновление и интеграция знаний в условиях неполной (недостаточной) информации и противоречивых требований.

В тоже время для обеспечения способности операторов к управлению событиями следует расширить наборы компетенции в соответствии с таксономией Блума [127] знания, понимание, применение, анализ, синтез, оценивание. Таким образом, можно сделать заключение, что нынешние стандарты компетентности моряков (ПДНВ) не учитывают «верхние» уровни мыслительной деятельности – анализ, оценивание, синтез. Следовательно, применяемая в предрейсовой подготовке реализация стандартов компетентности командного состава уровня управления недостаточно содержат в себе характеристики, позволяющие решать диагностические и эвристические задачи для управления событиями.

Всвязи с этим операторы уровня управления для реализации противоаварийного управления в неадекватных условиях, обучение которому проводится в процессе создаваемой предрейсовой подготовки должны дополнительно обладать способностью: анализировать информацию, проводить оценку текущей ситуации, и идентификацию опасностей по проявляемым признакам, их формализации и сопровождение; адекватно реагировать на возникаемые агрессивные явления; генерации антисобытий, формировать сценарии антисобытий, проведения выбора и принятие решений по их реализации; обеспечивать креативный подход для применения новой информации совместно с имеющимися предшествующими знаниями, умениями и навыками для нахождения мер противодействия в целом.

Таким образом, для получения операторами уровня управления требуемых компетенций и способность реализовать управления событиями в чрезвычайных ситуациях необходимо выбрать и задействовать специальное тренажерное оборудование, имеющее соответствующие функциональные возможности.

6.4.2. Выбор тренажерного оборудования, используемого в предрейсовой подготовке командного состава для управления событиями в чрезвычайной ситуации

На международном уровне ИМО установила требования к тренажерному оборудованию разработанного в соответствии с моделями курсов 1.22 «Судовой тренажер и работа в коллективе на мостике» (Ship Simulator and Bridge Teamwork), 7.01 «Капитан и старший помощник капитана» (Master and Chief Mate) (далее – Модельный курс ИМО 7.01), 2.07 «Тренажер машинного отделения» (Engine-Room Simulator), 7.02 «Старший механик и второй механик» (Chief Engineer Officer and Second Engineer Officer) и используются полномасштабные тренажеры с визуализацией навигационного мостика и машинного отделения. В Кодексе конвенции ПДНВ представлены требования к тренажерному и другому оборудованию, предназначенных для подготовки и проверки знаний, умений и навыков судоводителей и механиков; а национальные – в приказе министерства инфраструктуры Украины № 491, от 2014 года.

Ввиду того что ПДНВ существует с 1978 года, а также после изменений 2010 года, возникает необходимость усилить подготовку операторов уровня управления в области принятия решений. В существующих стандартах подготовки изложенных в конвенции ПДНВ обозначены требования к тренажерному оборудованию для реализации поставленных задач, по направлениям:

– «Управление составом навигационной вахты мостика» (Bridge Resourse Management), «Управление судном» (Ship Handling and Maneouvring), «Работа в коллективе мостика» (Bridge Teamwork) или «Подготовка капитанов та старших помощников капитана больших судов и судов с необычными маневренными характеристиками» (Training for Masters and Chief Mates of Large Ships and Ships with Unusual Maneouvring Characteristics) соответственно к требованиям Правил I/12, II/1, II/2 та VIII/2 , ПДНВ 1978 року, з поправками, разделов A-I/12, A-II/1,

A-II/2, A-VIII/2, B-I/12, B-VIII/2, ПДНВ 1978 року, з поправками и соответствующих национальных требований.

– «Управление составом вахты машинного отделения» (Engine-Room Resourse Management) в соответствии с требованиями Правила I/12 Конвенции ПДНВ, разделов A-III / 1, A-III / 2, частей 3, 4, 4-2 раздела A-VIII / 2, пункта 73 раздела BI / 12, части 4-2 раздела B-VIII / 2 Кодекса ПДНВ и соответствующих национальных требований к учебно-тренажерным заведениям.

Назначение тренажеров в общем подходе представляет собой: подготовку, переподготовку операторов уровня управления для демонстрации изученных материалов, восстановление и закрепление навыков по использованию всего комплекса оборудования мостика и машинного отделения, систем контроля и органов управления судовой энергетической установки (СЭУ) и вспомогательного механического оборудования для обеспечения безопасного движения, маневрирование судна и выполнения технологических операций, связанных с использованием механического оборудования судна в различных режимах; отработка работы в составе вахты в машинном отделении и мостика; демонстрации профессиональных навыков по оперативной оценке ситуации, и принятия оптимальных решений в сложных эксплуатационных условиях; оценки компетентности [128, 129].

Тренажерное оборудование для проведения традиционной предрейсовой подготовки на уровне «управления» включает: создание оперативной обстановки в реальном времени, которая включает управление судном, органы управления для обеспечения маневрирования и проведения коммуникации в возникающих типовых ситуациях управления судном и СЭУ, что позволит участникам тренинга выполнять задачи по реализации различных режимов эксплуатации судна; обеспечение ночного или дневного режима визуализации выполняемых сценариев, включая переменную видимость, стесненные условия плавания; реалистичную имитацию и визуализацию динамических характеристик судна и СЭУ при нахождении в отрытом море, включая влияние

погодных факторов, приливных течений, мелководье, а также взаимодействия с другими судами; реалистичную имитацию неисправностей в процессе получения энергии и ее распределении, пропульсивного комплекса, вспомогательных механизмов и их систем, человеко-машинных интерфейсов; обеспечению совместной работы между тренажером машинного отделения и тренажером мостика.

Применение в предрейсовой подготовке тренажерного оборудования появляется возможность обеспечить и увеличить качество подготовки моряков. Вместе с тем, в разрабатываемой предрейсовой подготовке акцентируется внимание на решение задач связанных с управлением событиями операторами уровня управления в чрезвычайных ситуациях, то для них необходимо приобретение новых качеств, используемых при формировании антисобытий, выбор и принятие решений по их реализации в противоаварийном управлении.

Таким образом, тренажер представленный как инструмент демонстрации результатов обучения, в разрабатываемой предрейсовой подготовке приобретает новые функции и начинает использоваться по новому назначению, соответствующего следующим требованиям: достоверность имитации процессов управления событиями; способность реализовать принятое решение операторами в виде сценария антисобытия в режиме реального времени; давать оценку правильности действий.

Представленный подход вкладывает в тренажерное оборудование приобретение нового качества «универсальность» за счёт частичного использования методики предрейсовой подготовки управления событиями в чрезвычайной ситуации. Таким образом, для проведения предрейсовой подготовки операторов уровня управления для управления событиями необходимо и достаточно использовать тренажерное оборудование, соответствующее классификации тренажера-симулятора №1, таблицы 6.4.

Таблица 6.4 – Классификация тренажерного оборудования

№п/п	1	2	3
Сфера использования	Углубленный курс. Переподготовка Тренинг в особых случаях и запросах	Углубленный курс. Переподготовка Курс для общего представления	Базовый тренинг Курс для общего представления
Ведение журнала времени	Да	Нет	Нет
Неисправность, ошибки, причины их появления	Наличие множества неисправностей, ошибок и причин, включая их возникновения и развития	Наличие множества неисправностей, ошибок и причин, включая их возникновения и развития	Нет/ограничено
Поведенческий реализм	Функциональность оборудования. Гидродинамические характеристики судна. Структура управления. Звуковое сопровождение судна	Функциональность оборудования. Гидродинамические характеристики судна. Структура управления	Функциональность оборудования. Гидродинамические характеристики судна
Реализм окружающей обстановки	Эффект влияния ветра, волны, течения, изменение нагрузки, направления движения, степени загрузки на судно и/или СЭУ	Эффект влияния ветра, волны, течения, нагрузки	Эффект влияния ветра, течения, нагрузки
Визуализация	Расширенный обзор из помещения оператора, в котором он работает, для штурмана (мостик), для механика (ЦПУ)	Расширенный обзор не требуется, но строго рекомендована система частичной визуализации из помещения оператора, в котором он работает	Нет
Интерфейс оператора	Наличие полнофункциональных и надежных интерфейсов имитирующих мостик и/или ЦПУ судна	Наличие полнофункциональных и надежных интерфейсов имитирующих мостик и/или ЦПУ судна	Единый системный операторский интерфейс
Классификация симулятора	Полномасштабные тренажеры способные имитировать управление СЭУ в реалистичной форме при полной реальности обеспечения оборудования судового мостика и ЦПУ включая способность визуального представления береговых объектов и сооружений	Многофункциональный симулятор способный имитировать управление СЭУ в реальных условиях и полностью обеспеченный оборудованием мостика и/или ЦПУ	Отдельностоящий симулятор для контроля маневров и задания параметров СЭУ с мостика и/или ЦПУ

6.4.3. Реализация и оценка результатов применения методики предрейсовой подготовки наблюдателей по управлению событиями

В процессе исследования проанализирован двухлетний опыт проведения предрейсовой подготовки инженерно–технического персонала судов на базе тренинг-центра компании В.Шипс, с использованием полномасштабного тренажера – симулятора машинного отделения типа ERS 5000 FULL MISSION (engine room simulator) разработанный компанией ТРАНЗАС, (рис. 6.3). Тренажер соответствует требованиям конвенции ПДНВ-78 с поправками 2010 г., и моделирует все технологические процессы, происходящие в машинном отделении (МО) современного судна – системы и механизмы энергетической установки судна, включая системы дистанционного управления, посты локального управления, системы защиты и системы аварийно-предупредительной сигнализации (АПС). В нем задействованы модели судов различных типов: контейнеровозов, танкеров (VLCC) и сухогрузов.

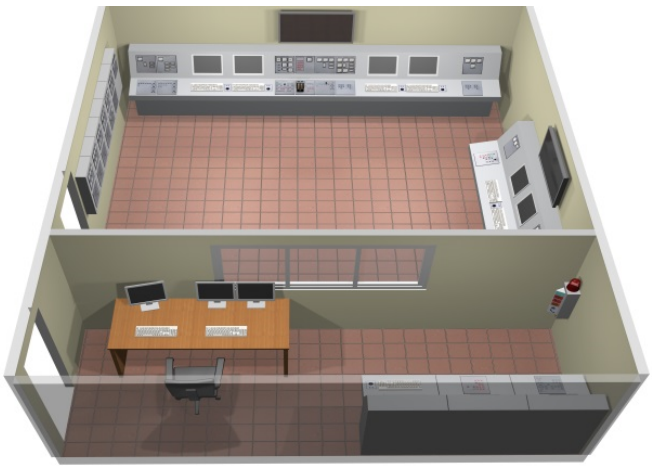

Рис. 6.3 – Расположение тренажёра-симулятора ERS-5000 в помещении тренинг-центра компании В.Шипс

Тренажер используется для обеспечения раздельной и совместной групповой и командной подготовки “Group and Team training” в условиях максимального реализма обстановки на мостике и центрального поста

управления (ЦПУ) машинного отделения.

Программное обеспечение имитации рабочего места обучаемого построено по модульному принципу, что позволяет ему контролировать работу систем МО и управлять ими с экрана компьютера. Системно тренажер представляет набор математических моделей и соответствующих им человеко-машинных интерфейсов (мнемосхем систем, панелей контроля и управления, отображаемых на экранах компьютеров).

Моделирующее оборудование сгруппировано в три тренажёрных модуля: дизельной пропульсивной установки; судовой электростанции; вспомогательных систем и механизмов.

В соответствии с методикой предрейсовой подготовки процедура обучения и последующей реализации знаний, умений и навыков на тренажере целенаправленно изменяется последовательно под руководством инструктора. Курс подготовки рассчитан на 5 учебных дней с максимальным количеством обучаемых 6 человек.

Обучение слушателей осуществлялось поэтапно путем дополнительного освещения теоретических знаний и технических навыков в процессе предрейсовой подготовки на различных этапах тренинга для восстановления знаний, умений и навыков которые притупляются за период отпуска или перерыва в работе.

Первый этап тренинга – проведение обзорных лекций по термо-электродинамике и принципам действия механизмов и систем, которые являются базовыми для судовых механиков. Ознакомление с интерьером рабочего места в ЦПУ и МО, его оборудованием, с расположением средств отображения информации, приборами и органами управления.

Второй этап – восстановление и закрепление специальных инженерно – технических знаний, который включает процедуры ввода в эксплуатацию и обслуживания технических средств МО судна, а также рассмотрение процедур

несения вахты в МО и безопасной практики при выполнении своих обязанностей. Задачи, отрабатываемые в процессе эксплуатации судовой энергетической установки (СЭУ) на втором этапе следующие: подготовка, пуск и обслуживание дизель-генератора; подготовка и пуск вспомогательного котла из холодного состояния; подготовка и взятие под нагрузку, управление валогенератором; подготовка и обслуживание во время работы главного двигателя; диагностирование параметров главного двигателя по приборам систем автоматического контроля; организация и проведение несения вахты в безопасной среде.

В период проведения тренажерной подготовки проводится брифинг по безопасному управлению СЭУ с заполнением чек листов перед вводом в эксплуатацию технических средств. Последовательно отрабатываются все этапы рабочего процесса судна: запуск механизмов и систем (оживление энергетической установки судна); ввод судовых систем и механизмов в режим маневрирования (выход из порта); вывод главного двигателя и систем в режим хода судна; переход в режим маневра; режим стоянки у причала (стояночный режим) и т.д.

В процессе тренинга инструктор преднамеренно вводит ошибки в ситуации такие как, поздний или ранний угол опережения подачи топлива в цилиндры двигателя; пожар в подпоршневых пространствах; неисправность в управлении ГД на мостике; неисправность главного циркуляционного насоса масляной системы ГД; затопление льяльных колодцев МО и т.д.

Третий этап тренажерной подготовки заключается в демонстрации типовых практических задач по поиску причин и устранению неисправностей механизмов и систем, а также контроль за посадкой, остойчивостью судна и напряжением корпуса; борьба с затоплением МО и расчет остойчивости, напряжения в корпусе при помощи программы «расчет нагрузки» (Load Calculator); предотвращение загрязнения окружающей среды от разливов нефти

при неправильной перекатке тяжелого топлива из танка в танк; принятие мер по обеспечению охраны человеческой жизни и действия экипажа при возникновении пожара в МО, приведение в действие систем противопожарной защиты судна (соответствующих критериям конвенции ПДНВ 2010, секция A-III/2 для инженерно-технического персонала машинной команды по уровню управления). Слушатели выполняют упражнение и действуют в соответствии с обстановкой и учетом параметров технических неисправностей заложенных инструктором.

6.4.4. Оценка применения новых знаний, умений и навыков наблюдателей на тренажерах в предрейсовой подготовке

Оценка уровня готовности наблюдателей применяемой в тренажерной подготовке по этапам осуществляется системой оценки выполнения упражнения автоматизированной системой оценки выполнения упражнения (Transas Evaluation and Assessment System, TEAS). Система оценки осуществляет мониторинг действий персонала в следящем режиме. Критерии осуществляемой оценки предрейсовой подготовки учитывают правильность выполнения наблюдателями процедур обслуживания, управления техническими средствами и правильность действий при несении вахты, в случаях возникновения аварийных и неадекватных ситуаций. Система начисляет штрафные баллы за действия (или бездействие), а также вовремя не сделанное корректирующее действие в соответствии с серьезностью последствий события. В качестве выходной информации система предлагает протокол начисления штрафных баллов обучаемому и итоговый балл за выполнение упражнения. Условие прохождения тренинга – уровень 75 % и более. По видео, аудио фиксации тренинга, детально анализируется выполнение упражнения и делаются выводы об успехах, отмечаются ошибки и вскрываются не усвоенные разделы теоретического и практического курса.

Дополнительно заполняются оценочные листы: форма оценки работы механизма, оценки действий во время вахты в МО; оценки действий по предотвращению возникающих неисправностей в двигателе и системах.

Успешным завершением выполнения методики предрейсовой подготовки наблюдателей является таковым, когда процесс выбора, принятия решений и реализация сценария антисобытия привело выводу судна из чрезвычайной или аварийной ситуаций, происходящее с наименьшим количеством ошибок.

В проведенном исследовании [130] представлены результаты оценки эффективности операторов прибывающих на судно после межрейсового отпуска без тренинга (таблица 6.5), установившие, что уровень знаний, умений и навыков операторов снижается.

Тем не менее, результаты оценки эффективности после прохождения предрейсовой тренажерной подготовки показывают, что тренинг машинной команды в предрейсовый период позволяет повысить уровень профессионализма для каждого этапа тренажерной подготовки, где показатели превышают минимально допустимые, согласно критериям автоматизированной системы оценки выполнения упражнения (TEAS).

Таблица 6.5 – Результаты тренажерной подготовки

№п/п	Наименование этапа	Кол. часов	Вид занятия	Форма контроля	Эффективность, %	
					До тренинга	После тренинга
1	Общеобразовательные и общетехнические знания	3	Лекция, слайд шоу	Брифинг, аудио, видео, де-брифинг	62 ±3	85 ±2
2	Специальные технические знания, уровень эксплуатации	14	Лекция, слайд шоу, Практические упражнения	Брифинг, тест, аудио, видео, де-брифинг	80 ±3	95 ±1
3	Навыки в сфере управления	5	Практические упражнения	Брифинг, тест, аудио, видео, де-брифинг	60 ±2	80 ±2

При этом сделан вывод, что уровень знаний, умений и навыков выше 75 % является необходимым, но недостаточным для обеспечения безопасности судоходства, как в адекватных, так и неадекватных условиях рейса, так как гарантировано безопасным критерием в задачах управления является уровень знаний, умений и навыков 98 %.

Таким образом, в процессе формирования методики предрейсовой подготовки проведен анализ методов и выбор тренажерного оборудования, в результате которого установлено, что для проведения подготовки по направлению «Управление составом вахты машинного отделения» на уровне «управления» необходим полномасштабный тренажер способный имитировать управление СЭУ в реалистичной форме при полной реальности обеспечения оборудования судового мостика и ЦПУ включая способность визуального представления береговых объектов и сооружений.

Примеры применения методики предрейсовой подготовки операторов-наблюдателей приведены в приложении (Е) диссертации.

Выводы к главе 6

Предрейсовая подготовка на этапе принятия решения оценивается по глобальному, общим и локальным критериям согласованности и готовности к управлению событиями, которые определяются методом экспертного оценивания по эталонному сценарию антисобытия в зависимости от характеристики объекта (постоянной времени), логики алгоритмов управления (сцен) и готовности к воспроизведению сценария антисобытия.

Контроль реализации антисобытия осуществляется статистическим вероятностным методом по критерию минимума среднеквадратичной погрешности способного при каждой текущей ситуации контролировать эффективность физических, логических и эвристических компенсаторных действий.

Результаты проведения занятий с 27 группами в среднем по 5 наблюдателей общим количеством 134 лиц показало увеличение $\eta_{пп}$ на 20 % с 60 % до 80 %.

Методика предрейсовой подготовки лиц командного состава судов на уровне управления позволяет обеспечить адекватное управление чрезвычайными и аварийными ситуациями в неадекватных условиях путем детерминации сценария антисобытия, осуществить достоверное обучение с использованием имитационного моделирования на тренажерах и статистической оценкой результатов обучения с вероятностью риска до 2-х процентов.

Научным результатом решения главной задачи исследования по безопасности управления состоянием судна в ЧП и/или АМС стала методика предрейсовый подготовки операторов-наблюдателей, которая позволяет на 6-7,5 % повысить готовность экипажа судна по безопасной эксплуатации неадекватных условиях плавания и отличается синергизмом, применением принципов современной теории автоматического управления и критериальным подходом к выбору сценариев управления событиями, оценки и реализации принятого решения методом обработки статистических данных.

Основным научным положениям исследования является то, что повышение эффективности безопасного управления событиями на 6 –7,5 % достигается комплексными компенсаторными действиями физического, логического и эвристического характера, которые сложены в сценарии антисобытия относительно транспортного процесса и реализуется после очередной предрейсовой подготовки.

Основное содержание главы опубликовано в [130, 131, 132]

ВЫВОДЫ

В диссертационном исследовании отражено современное состояние эксплуатации морских судов по основному показателю безопасности – аварийностью, которая в портовых водах достигает 80 %. Теоретические исследования адекватного поведения операторов в неадекватных условиях плавания (ЧС и/или АМП) методично не обеспечены. Поэтому диссертационная работа направлена на предупредительные действия наблюдателей по противодействию негативным явлениям и уменьшение влияния «человеческого фактора» обуславливает актуальность и перспективность этого научного направления, которое достигается комплексными компенсаторными действиями физического, логического и эвристического характера, которые сформированы в сценарии антисобытия относительно транспортного процесса и реализуется после очередной предрейсовой подготовки и является значительным вкладом в безопасность эксплуатации морского флота, который позволил на 15–20 % снизить уровень АМС и на 20 % повысить уровень компетентности судовых операторов-наблюдателей.

Наиболее важными результатами, которые получены по направлениям наблюдения, детерминации процессов, принятия решения и реализации безопасного управления в ЧС и АМС являются:

– метод оценки текущей ситуации, который устанавливает тенденции ее развития и период наступления возможной АМС и отличается этапами эвристически-вероятностной идентификации, графоаналитической формализации и сопровождение текущей ситуации по экспоненциальному закону;

– методика сценарного оценки АМС по физической, логической и эвристической составляющим, которая построена на методах графоаналитического представления физических законов, алгоритмизации действий участников транспортного процесса и принятия решений для

выявления системной способности энергетического, материального и управленческого влияния на текущую ситуацию по нормализации состояния объекта;

– способ генерации альтернатив в виде сценариев антисобытий сформированных на принципах быстродействия, упреждения и допустимого риска, каждая из альтернатив которого формируется графоаналитическим, логическим и эвристическим методами с учетом имеющихся резервов;

– способ выбора критериев для принятия наблюдателем решения на применение сил и средств по выходу из АМС по принципу минимакса, отличающийся последовательностью и вариабельностью критериальных ограничений, как по заданию $\Delta P_{\max}$ (ΔP_{min}), $\tau_{\max_{(i)}} = \Delta\tau_{min} + \Delta\tau_{\text{уп}_{(i)}}$, так и максимальному применению имеющихся сил $(T_{0(\min)})$, технических средств и людских резервов;

– методика предрейсовой подготовки операторов-наблюдателей, которая удовлетворяет локальным по виду управления и текущей ситуацией и глобальному за согласованностью критериям, позволяющим на 6–7,5 % повысить готовность экипажа судна по безопасной эксплуатации в неадекватных условиях плавания и отличается системным подходом, применением принципов современной теории автоматического управления и критериальным подходом к выбору сценариев управления событиями, оценки и реализации принятого решения методом обработки статистических данных.

Внедрение предложенных мероприятий в течение двух лет снизило уровень аварийных угроз от неадекватных действий судовых команд на 12–15 %.

Результаты противодействия АМС связанных с потерей хода судна, плавучести и пожаром отражены в приложениях (Б, В, Г, Д, Е), которые используются в программе предрейсовой подготовки:

– в дочернем предприятии корпорации "В. Шипс" "В. Шипс (Украина)"

(акт от 11.06.2015)

– в ОНМА при:

- выполнении НИР № ДР 0110U000281 «Теоретические основы гарантированной безопасности судоходства в территориальном море, внутренних водах и портах Украины» раздел 7 «Предрейсовая подготовка моряков» (акт от 17.06.2015);
- в учебных программах дисциплин кафедры технической эксплуатации флота (акт от 15.06.2015).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Міжнародна конвенція про підготовку і дипломування моряків та несення вахти 1978 року (консолідований текст з манільскими поправками). – К.: ВПК “Експресс-Поліграф”, 2012. – 568 с.

2. Международная ассоциация квалификационных обществ лтд. [Электронный ресурс]: http://www.iacs.org.uk/

3. Annual Overview of Marine Casualties and Incidents 2014 [Электронный ресурс]: http://emsa.europa.eu/publications/technical-reports-studies-and-plans/item/2303-annual-overview-of-marine-casualties-and-incidents-2014.html

4. Державна служба статистики України / Україна у цифрах у 2011 році / статистичний збірник за редакцією О. Г. Осауленка / [Електронний ресурс] http://www.ukrstat.gov.ua/ Держстат України, 1998–2012 / Дата останньої модифікації: 24/09/2012.

5. The UK P&I Club highlights sudden loss of power as a cause of claims. Bulletin. 01.10.2012; http://www.ukpandi.com/knowledge-developments/article/the-uk-p-i-club-highlights-sudden-loss-of-power-as-a-cause-of-claims-5546/

6. Ионин Л. Г. Социология культуры: [Текст] Л. Г. Ионин. – М.: ГУ ВШЭ,2004.-432 с.

7. Бочаров В. А. Основы логики: [Текст] / В. Бочаров, В. Маркин. – М.: ИНФА-М, 2001. – 296 с.

8. Совершенствование системы подготовки моряков «Официальный вестник Украины» № 85: изменения в Положение утвержденные приказом Мининфраструктуры от 1 октября 2012 г. № 579.

9. Причины стресса и снижение его уровня [Электронный ресурс] http://studopedia.ru/2_62176_organizatsionnie-faktori.html.

10. Ломов Б. Ф. Методология инженерной психологии, психологии труда и управления[Текст]/ Б. Ф. Ломова, В. Ф. Венды. – М., 1981.

11. Ломов Б.Ф. Справочник по инженерной психологии [Текст] / Под ред.

Б. Ф. Ломова. – М.: Машиностроение, 1982.

12. Душков Б.А. Хрестоматия по инженерной психологии. [Б. Ф. Ломов, Б. А. Смирнов] / Под ред. Б. А. Душкова. М.: Высшая школа, 1991

13. Конвенция по охране человеческой жизни на море 1974 г. / ИМО [эл. адрес http://www.imo.org/bout/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-(SOLAS),-1974.aspx]

14. Голиков В.В. Системный подход к проблеме безопасного управления судном [Текст] / В. В. Голиков – Судовождение: Сб. научн. трудов / ОНМА, Вып. 17. – Одесса: «ИздатИнформ», 2009. – С. 51–58.

15. ИМО Кодекс по расследованию морских аварий и инцидентов, Резолюция А.884.(21).

16. Reason, J. (1990). Human error. New York: Cambridge University Press.

17. Rasmussen, J. (1987). The definition of human error and a taxonomy for technical system design. In J. Rasmussen, K. Duncan, and J. Leplat (Eds.), New technology and human error. Toronto: John Wiley & Sons.

18. Hawkins, F. H. (1987). Human factors in flight. Aldershot, UK: Gower Technical Press.

19. «Положение о классификации, порядке расследования и учета аварийных морских происшествий с судами» Министерство транспорта Украины Приказ № 516 от 29.05.2006 г.

20. Закон Украины «О научной и научно-технической экспертизе» № 52/95 ВР от 10.02.1995 года / [Электронный ресурс] http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/51/95- %D0 %B2 %D1 %80

21. В. А. Голиков Повышение эффективности и оптимизация режимов работы систем судового микроклимата. Дисс. доктора технических наук: 05.08.05, Николаев, 2000.

22. Голиков В. А. Теоретические основы кондиционирования микроклимата

на судах [Текст] / В. А. Голиков. – Одесса: ОГМА, 1999. – 325 с.

23. Мальцев А. С. Управление движением судна [Текст] / А. С. Мальцев. – Одесса: Весть, 1995. – 235 с.

24. Мальцев А.С. Теория и практика безопасного управления судном при маневрировании [Текст] / А. С. Мальцев. – Дис….докт. техн. наук: 05.22.16. – Одесса, 2007. – 395с.

25. Мальцев А. С. Маневрирование судов при расхождении [Текст] / А. С. Мальцев. – Одесса.: Морской тренажерный центр, 2002. стр. 208, ил. 51, табл. 16., библ. 28.

26. Миюсов М. В. Режимы работы и автоматизация пропульсиивного комплекса теплохода с ветродвигателем. – О.: Одесск. гос. мор. акад.; ОКФА, 1996. – 256 с.

27. Кривой А. Ф., Миюсов М. В. Математическая модель плоского движения судна при наличии ветродвижителей [Текст] // Судовождение: Сб. научн. трудов / НУ «ОМА», Вып. 26. – Одесса: «ИздатИнформ», 2016. – С. 110–119.

28. Цымбал Н. Н. Применение методов теории динамических n-управляемых систем для формализации процесса расхождения судов[Текст] / Цымбал Н. Н., Урбанский И. А. // Судовождение. – 2007. – № 13. – С. 178–187.

29. Цымбал Н. Н., Бурмака И. А., Тюпиков Е. Е. Гибкие стратегии расхождения судов [Текст] / Н. Н. Цымбал, И. А. Бурмака, Е. Е. Тюпиков – О.: КПОГТ, 2007. – 424 с.

30. Вагущенко Л. Л., Цымбал Н. Н. Системы автоматического управления движением судна [Текст] / Л. Л Вагущенко, Н. Н. Цымбал – М.: Транслит, О.: Феникс, 2007. – 376 с.

31. Вагущенко Л. Л. Судовые навигационно-информационные системы [Текст] / Л. Л. Вагущенко. – О.: Феникс, 2004. – 302 с.

32. Вагущенко Л. Л. Судно как объект автоматического управления [Текст] /

Л. Л. Вагущенко – О.: ОГМА, 2000. – 140 с.

33. Воробьёв Ю. Л., Котовская Н. Н. Актуальные задачи динамики судна в стеснённом фарватере / Безопасность мореплавания и её обеспечение при проектировании и постройке судов (БМС 2004): Матер. междунар. науч.-техн. конф. – Н.: НУК, 2004. – С. 15–16.

34. Методологические основы маневривования судов при сближении: монография [Текст] / А. С. Мальцев, В. В. Голиков, И. В. Сафин, В. В. Мамонтов. – Одесса: ОНМА, 2013. – 218 с.

35. Голиков В. В. Гарантированное безопасное управление эргатической системой на водном транспорте [Текст] / В. В. Голиков –Судовождение: Сб. научн. трудов / ОНМА, Вып. 25. – Одесса: «ИздатИнформ», 2015. – С. 30–59.

36. Нечаев Ю. И. Принятие решений при управлении судном в экстремальных ситуациях на основе современной теории катастроф [Текст]/ Ю. И. Нечаев, В. Г. Сизов / Судовождение: Сб. научн. трудов / ОНМА. – Вып. 20. – Одесса: «ИздатИнформ», 2010. – С. 130–142.

37. Нечаев Ю. И. Принятие решений в условиях неопределённости в задачах безопасности мореплавания[Текст] / Ю. И. Нечаев, В. Г. Сизов // Судовождение: сб. науч. тр. / ОНМА, Вып. 11. – О.: Латстар, 2006. – С. 91–107.

38. Нечаев Ю. И. Теория катастроф: современный подход при принятии решений [Текст] / Ю. Н. Нечаев. – СПб: Арт – Экспресс, 2011. – 392 с.

39. Сизов В. Г. Теория корабля [Текст]: учебник / В. Г. Сизов; Одесская национальная морская академия. – 4-е изд., перераб. и доп. – Одесса: Фенікс ; М.: ТрансЛит, 2008. – 464 с.: рис., табл., граф. – Библиогр.: с. 452-453.

40. Качинский А. Б. Засады системного аналізу безпеки складних систем [Текст] /А. Б. Качинский. – К.: ДП «НВЦ» Євроатлантикінформ, 2006. – 336 с.

41. Вычужанин В. В., Рудниченко Н. Д. Нечетко-вероятностная модель оценок рисков сложных технических систем [Текст] / Информатика и

математические методы в моделировании. – Т. 4, № 3, 2014, – С. 225–231.

42. Рудниченко Н. Д., Вычужанин В. В. Стратегия принятия решения и программно-целевого управления рисками судовых сложных технических систем [Текст] /Региональная информатика (РИ-2014). XIV Санкт-Петербургская Р32 международная конференция «Региональная информатика (РИ-2014)». Санкт-Петербург, 29-31 октября 2014 г.: Материалы конференции. \ СПОИСУ. – СПб, 2014. – С. 284.

43. Высшая математика. Учебник в 2 ч. / П. П. Овчинников, Ф. П. Яремчук, В. М. Михайленко; Под общ. ред. П. П. Овчинникова; – 3-е изд. – К., Техника, 2007. – 600 с.

44. Величенко В. В. К проблеме управления катастрофами[Текст] / В. В. Величенко / Доклады РАН. – 1996. – 349, №6. – 732–35 с.

45. Кононов Д. А. Сценарии поведения сложных систем в чрезвычайных ситуациях [Текст] / Кононов Д. А., Кульба В. В., Малинецкий Г. Г. / 2001, №5. – С. 4–18.

46. Кононов Д. А. Модели и методы анализа сценариев развития социально-экономических систем в АСУ ЧС [Текст] / Д. А.Кононов, С. А.Косяченко, В. В. Кульба. – Автоматика и телемеханика.: 1999. № 9. – С. 122–135.

47. Родионов Б. У. Время-мысль, пространство – память [Текст] / Б. У. Родионов // Этика и наука будущего. Феномен времени: матер. IV-й междисц.научн.конф. (2004). – М.: «Коломенская типография», 2005. – С. 172–178.

48. Обертюр К. Л. Важность разработки плана управления энергетической эффективности судна для специалистов уровня управления в предрейсовой подготовке. Міжнар. наук. та наук.-техн. конф. «Судові енергетичні установки експлуатація та ремонт» 21–23 березеня 2012. Частина II – О.: ВидавІнформ, ОНМА, 2012. – С. 29–31.

49. Обертюр К. Л., Кирис В. А. Оценка энергоэффективности судна

согласно циркулярам ИМО. Міжнар. наук. та наук.-техн. конф. «Судові енергетичні установки експлуатація та ремонт» 21–23 березня 2012, Частина II – О.: «ВидавІнформ», ОНМА, 2012. – С. 54–56.

50. Антонов А. В. Системный анализ [текст] / А. В. Антонов. – М.: «Высшая школа», 2004. – 454 с.

51. Бурдов В. Г. Экономическая теория развития человеческого общества. [Текст] / В. Г. Бурдов // Т. 1., СПб., 2005. – 218 с.

52. Солодовников В. В. Теория автоматического управления техническими системами [Текст] / В. В. Солодовников:1993

53. Голиков В. А. Способы повышения надежности операторов судовых эргатических систем [Текст] / В. А. Голиков, В. И. Капустин. – ОНМА., 2010 – № 25, Судовые энергетические установки. – 49 с.

54. Голиков В. В. Методологические основы гарантированной безопасности судоходства / Материалы научно-методической конференции 16–19 ноября 2014 г. «Морские перевозки и информационные технологии в судоходстве». – Одесса, 2014. – С. 162–167.

55. Голиков В. В. Системный подход к проблеме безопасного управления судном [Текст] / В. В. Голиков// Судовождение: Сб. научн. трудов / ОНМА, Вып. 17. – Одесса: «ИздатИнформ», 2009. – С. 51–58.

56. Маринов М. К. Учет человеческого фактора в аварийных ситуациях на море [Текст] / М. К. Маринов, В. Д. Клименко // Эксплуатация морского транспорта. – 2008. – № 2. – С. 25–29.

57. Resolution A.947(23) Adopted on 27 November 2003 (Agenda item 17) HUMAN ELEMENT VISION, PRINCIPLES AND GOALS FOR THE ORGANIZATION.

58. Резолюция A.850(20) Концепция, принципы и цели организации в области человеческого фактора / 27.11.1997 г.

59. Ситченко Н. К. Общее устройство судов [Текст] / Н. К. Ситченко,

Л. С. Ситченко. – Л.: Судостроение, 1987. – 328 с.

60. Салов И. А. Состояние функций и работоспособность моряков [Текст] / И. А. Салов, А. С. Солодков. – Л.: Медицина, 1980. – 192 с.

61. Стенько Ю. М. Психогигиена моряка [Текст] / Ю. М. Стенько. – Л.: Медицина, 1981. – 176 с.

62. Стрелков Ю. К. Психологическое содержание операторского труда [Текст] / Ю.К. Стрелков. – М.: Российское психологическое общество, 1999.

63. Сергеев С. Ф. Инженерная психология и эргономика [Текст]:учебное пособие / С. Ф. Сергеев. – М.: НИИ, 2008. – 176 с.

64. Довідник кваліфікаційних характеристик професій працівників. Вип.67. «Водний транспорт». Розділ «Морський транспорт». – Міністерство транспорту України. – Краматорськ: Друкарня центру продуктивності, 2002. – 128 с.

65. Повышение эффективности операторской деятельности в судовых эргатических системах на морском транспорте [Текст] / [Миюсов М. В, Захарченко В. Н. и др.] / отв. исп. В. Н. Захарченко / отчет о НИР 2012. – 278 с.

66. Голиков В.А. Повышение эффективности и оптимизация режимов работы систем судового микроклимата [Текст]/ В.А. Голиков – Дис. докт. техн. наук: 05.08.05. – Николаев, 2000.

67. Войтенко А. М. Гигиена обитаемости морских судов [Текст] / А. М. Войтенко, Л. М. Шафран. – К.: Здоров'я, 1989. – 136 с.

68. Кринецкий И. И. Основы научных исследований [Текст]: учеб. пособие / И. И. Кринецкий. – Киев; Одесса: Вища шк., 1981. – 207 с.

69. Голиков В. А. Методология научных исследований [Текст] учеб. пособие // В. А. Голиков, М. А. Козминых, О. А. Онищенко. – Одесса: ОНМА 2014. – 163 с.

70. Обертюр К. Л. Повышение надежного и эффективного функционирования судовых эргатических систем управления в экстремальных условиях в процессе предрейсовой подготовки персонала на уровне управления. «Судноплавство:

перевезення, технічні засоби, безпека» 16–17 листопада 2012. – О.: ВидавІнформ, ОНМА, 2012. – С. 153–156.

71. Справочник по теории автоматического управления [Текст] / [А. Г. Александров, В. М. Артемьев, В. И. Афанасьев, А. А. Ашимов, И. И. Белоглазов и др.]; под редакцией А. А. Красовского. — Москва, издательство "Наука". Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – 712 с.

72. Кривой А. Ф. Методы математического моделирования в задачах судовождения: учебное пособие [Текст] / А. Ф. Кривой. – Одесса: ОНМА, 2015. – 86 с.

73. Кривой А. Ф., Миюсов М. В. Математическая модель плоского движения судна при наличии ветродвижителей [Текст] // Судовождение: Сб. научн. трудов / НУ «ОМА», Вып. 26. – Одесса: «ИздатИнформ», 2016. – С. 110–119.

74. Абчук В. А. Теория риска в морской практике[Текст] / В. А. Абчук. – Л.: Судостроение, 1983. – 150 с.

75. Кринецкий И. И. Основы научных исследований [Текст] / И. И. Кринецкий. – К.: Техніка, 1972. – 194 с.

76. Кринецкий И. И. Основы автоматического регулирования химических процессов [Текст] / И. И. Кринецкий: [Учеб. пособие для хим.-технол. фак. вузов УССР]. – Киев: Гостехиздат УССР, 1958. – 234 с.: черт.; 21 см.

77. Сборник № 48 резолюций ИМО [Текст] / на русском и английском языках: Санкт-Петербург, изд. ЗАО ЦНИИМФ, 2015 г.

78. Правила технической эксплуатации морских судов[Текст]/ руководство РД 31.20.01-97.-1997

79. Обязательные постановления ГП «Одесский морской порт» и портпункту «Змеиный» № 631 от 30.08.2010 г. [Текст] / оформл. ИВЦ и Капитана Одесского порта. – 60 с.

80. Бакаев В. Г. Эксплуатация морского флота [Текст]: учебник / В. Г. Бакаев. – М.: Транспорт, 1965. – 560 с.

81. Ланчуковский В. І. Безпечне управління судновими енергетичними установками [Текст]: Підручник. / В. І. Ланчуковский. – Одеса: Астропринт. – 2004. – 232 с.

82. Kongsberg AutoChief® C20 MAN BW MC Engines Fixed Pitch Propeller Instruction Manual 316458/C October 2008.

83. Горб С. И. Анализ системы ДАУ "KaMeWa" судов типа "Socol" [Текст] / С. И. Горб, Автоматизация судовых технических средств: науч.-техн. сб. – 2008. – Вып. 14. – Одесса: ОНМА. – С. 21–34.

84. Горб С. И. Моделирование динамики работы дизельных пропульсивных установок на ЭЦВМ [Текст]: Учебн. пособ. / С. И. Горб – М.: В/о «Мортех-информреклама», 1986. – 48с.

85. Горб С. И. Повышение надёжности пуска главного судового дизеля [Текст]/ С. И. Горб, А. В. Ерыганов, Автоматизация судовых технических средств: науч.-техн. сб. – 2009. – Вып. 15. Одесса: ОНМА. – С. 21–28.

86. Дейнего Ю. Г. Эксплуатация судовых механизмов и систем. [Текст] / Ю. Г. Дейнего, практические советы и рекомендации. – Москва: Моркнига, 2008. – 236 с.

87. Войткунский Я. И. Справочник по теории корабля. Ходкость и управляемость [Текст]: справочное издание / Я. И. Войткунский, Р. Я. Першиц, И. А. Титов. – Л.: Судпромгиз, 1973. – 688 с.

88. Ржепецкий К. Л. Дизель в судовом пропульсивном комплексе [Текст] / К. Л. Ржепецкий, А. А. Рихтер. – Л.: Судостроение,1978. – 253 с.

89. Правила технической эксплуатации морских и речных судов КНД31.2.002.-96. – Министерство транспорта Украины, 1996.

90. Капитонов И. В. Режимы работы судовых дизелей на экономичном ходу [Текст]: учебное пособие / И. В. Капитонов. – М.: В/о "Мортехинформреклама", 1985. – 48 с.

91. Гофман А. Д. Движительно-рулевой комплекс и маневрирование судна. [Текст] / А. Д. Гофман. – Л.: Судостроение, 1988. – 360 с.

92. Стророжев В. П. Причины и закономерности постепенных отказов основных триботехнических объектов энергетической системы судна и повышение их ресурса: Дис. д-ра техн. наук: 05.02.02. – Хмельницкий, 2002. – 432 с.

93. Клементьев М. Ф. Критерии эффективности судовых паротурбинных установок в экстремальных условиях // Безопасность эксплуатации судовых энергетических установок: Сб. научн. тр. − Севастополь: ВМФ, 1991. − С. 6−10.

94. Кирюхин А. Л., Сапига В. В. Повышение эффективности использования корабельных энергетических установок в экстремальных ситуациях, связанных с поступлением воды в систему смазки подшипников скольжения [Текст] // Судовые энергетические установки: науч.-техн. сб. – 2008. – № 21. – Одесса: ОНМА. – С. 91–97.

95. А. Эйнштейн. Собрание научных трудов. Т. 1. – М.: Наука, 1965. – С. 447.

96. Ландау Л. Д. Механика. Теоретическая физика [Текст] / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – М.: Физматлит, 2001. том I. – С. 222.

97. Обертюр К. Л. Инверсный метод сценарного анализа в процессе выбора решений по управлению борьбой с пожарами на морском судне. [Текст] / К. Л. Обертюр. – Судовождение науч. техн. сб. – 2013. – № 23. – Одесса: ОНМА. – С. 83–89.

98. Голиков В. В. Сценарное исследование деятельности операторов морской транспортной системы на принципах гарантированной безопасности в чрезвычайных ситуациях [Текст] / К. Л. Обертюр, И. В. Сафин – Судовые энергетические установки: науч. техн. сб. – 2012. – № 30. – Одесса: ОНМА. –

С. 194–203.

99. Обертюр К. Л. Использование инверсного метода сценарного анализа при разработке мероприятий по обеспечению непотопляемости судна / Міжнар. наук. та наук.-метод. конф. «Забеспечення безаварійного плавання суден. – 2011», 16–17 листопада 2011. – О.: ВидавІнформ, ОНМА, 2011. – С. 160–163.

100. Обертюр К. Л., Кирис В. А. Оценка энергоэффективности судна согласно циркулярам ИМО. Міжнар. наук. та наук.-техн. конф. «Судові енергетичні установки експлуатація та ремонт» 21–23 березня 2012, Частина II – О.: ВидавІнформ, ОНМА, 2012. – С. 54–56.

101. Голиков В. А. Модель расчета конструктивной энергоэффективности морского судна на примере контейнеровоза [Текст] / К. Л. Обертюр, В. А. Кирис. – Судовые энергетические установки: науч. техн. сб. – 2012. – № 29. – Одесса: ОНМА. – С. 23–34.

102. Ланчуковский В. И. Автоматизированные системы управления судовых дизельных и газотурбинных установок [Текст]/ В. И. Ланчуковский, А. В. Козьминых. – М:Транспорт, 1983. – 320 с.

103. Шарлай Г. Н. Обеспечение остойчивости, прочности корпуса и непотопляемости морского судна [Текст] / Г. Н. Шарлай. – 2007. – 188 с.

104. Ваганов Г. И. Тяга судов [Текст] / Г. И. Ваганов., В. Ф. Воронин, В. К. Шанчурова. – М.: Транспорт, 1986. – 199 с.

105. Антонович С. А. Динамические характеристики объектов регулирования судовых дизельных установок [Текст] / С. А. Антонович. – Л.: Судостроение,1966. – 234 с.

106. Справочник по теории корабля. Ходкость и управляемость [Текст]: справочное издание / Я. И. Войткунский, Р. Я. Першиц, И. А. Титов. – Л.: Судпромгиз, 1973. – 688 с.

107. Суворов П. С. Динамика дизеля в судовом пропульсивном комплексе [Текст] / П. С. Суворов. – О.: ОНМА, 2004. – 304 с.

108. Липис В. Б. Гидродинамика гребного винта при качке судна [Текст] / Липис В. Б. – Л.: Судостроение, 1975. – 263 с.

109. Русецкий А. А. Гидродинамика винтов регулированного шага [Текст] / Русецкий А. А. – Л.: Судостроение, 1968. – 214 с.

110. Капитонов И. В. Совершенствование технической эксплуатации морских судов [Текст]: учебное пособие / И. В. Капитонов. – М.: Транспорт, 1986. – 216 с.

111. Ерыганов А. В. Адаптивный пуск главного малооборотного двигателя [Текст] / А. В. Ерыганов: Вып. №22. – Одесса, ОГМА, 2008. – С. 74.

112. Ерыганов А. В. Оценка факторов, влияющих на надежность пуска главного двигателя [Текст] / А. В. Ерыганов // Автоматизация судовых технических средств: науч.-техн. сб. – 2008. – Вып. 14. Одесса: ОНМА. – С. 56-63.

113. Гончар Б. М. Методика чисденного моделирования переходных процессов дизелей [Текст] / Б. М. Гончар, В. В. Матвеев // Тр. ЦНИДИ. – 1975. – с. 376.

114. А. с. 58687. Разработка логического алгоритма интеллектуальной экспертной системы поддержки принятия решений операторами по управлению борьбой с пожарами на морском судне / К. Л. Обертюр, И. В. Сафин (Украина) – № 59133: заявл. 18.12.2014: опубл. 17.02.2015.

115. Обертюр К. Л. Разработка логического алгоритма принятия решений командного состава в борьбе за непотопляемость судна // «Судноплавство: перевезення, технічні засоби, безпека» 19-20 листопада 2013. – О.: ВидавІнформ, ОНМА, 2013. – С. 25–26.

116. Обертюр К. Л. Методика принятия решений при обеспечении непотопляемости судна в чрезвычайных ситуациях [Текст] / К. Л. Обертюр – Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — СПб.: ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова,

2014. – Вып. 1. – С 23–33.

117. Обертюр К. Л. Разработка логического алгоритма интеллектуальной экспертной системы поддержки принятия решений операторов при обеспечении ходкости судна в чрезвычайных ситуациях [Текст] / К. Л. Обертюр – Судовождение науч.техн. сб. – 2014. – № 24. – Одесса: ОНМА. – С. 123–133.

118. Довідник кваліфікаційних характеристик професій працівників. Вип. 67. «Водний транспорт». Розділ «Морський транспорт». – Міністерство транспорту України. – Краматорськ: Друкарня центру продуктивності, 2002. – 128 с.

119. Казаренко В. Н. Роль подготовки морских специалистов в обеспечении безопасного судоходства. матер. Региональной науч.-практ.конф., Севастополь, 23–25 сен. 2009 г. – Севастополь: изд-во СевНТУ,2009. – 3 с.

120. Береговой Г. Т. Психологические основы обучения человека – оператора готовности к действиям в экстремальных условиях [Текст] / Г. Т. Береговой, В. А. Пономаренко-*(*Вопросы психологии): 1983. – С. 23–32. № 1.

121. Леонтьев В. А. Формирование профессиональных навыков судоводителей [Текст] / В. А. Леонтьев. – М.: Транспорт, 1987. – 224 с.: ил., табл. – Библиогр.: с. 221–222.

122. Максименко Е. И. Функциональные изменения нервно-психической сферы у моряков в условиях дальнего плавания: Автореф. Дисс...канд. мед.наук. – Л., 1976. – 16 с.

123. Про затвердження Національної рамки кваліфікацій” Постанова Кабінету Міністрів України від 23 листопада 2011 року № 1341.

124. Національний освітній глосарій: вища освіта [Текст] / За редакцією Д. В. Табачника, В. Г. Кременя // ТОВ «Видавничий дім «Плеяда»», Київ, 2011.

125. Recommendation of the European Parliament and of the Council of 23 April 2008 on the establishment of the European Qualifications Framework for lifelong learning // Text with EEA relevance //// 2008/C 111/01.

126. The framework of qualifications for the European Higher Education Area / Shared ‘Dublin’ descriptors for Short Cycle, First Cycle, Second Cycle and Third Cycle Awards // A report from a Joint Quality Initiative informal group 18 October 2004.

127. Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. and Krathwohl, D. (1956) *Taxonomy of educational objectives. Volume I: The cognitive domain.* New York: McKay

128. Миюсов М. В. Назначение и классификация тренажеров судовых энергетических установок [Текст] // М. В. Миюсов, В. И. Ланчуковский. – Мат. між нар. наук.-техн. конф. «Сучасне судноплавство і морська освіта». – Одеса: ОНМА, 2004. – С. 13–17.

129. Бичаев Б. П. Морские тренажеры (структуры, модели, обучение) [Текст] / В. М. Зеленин, Л. И. Новик. – Л.: Судостроение, 1986. – 288 с.

130. Сафин И. В. Анализ опыта и технологии организации тренажерной подготовки по повышению компетенции инженерно-технического персонала судна на уровне управления в предрейсовый период [Текст] / И. В. Сафин, К. Л. Обертюр. – ОНМА: 2012. – № 28, Судовые энергетические установки.

131. Обертюр К. Л. Энергетический подход к приобретению навыков операторами в борьбе за живучесть судна..«Морскі перевезення та информаційні технологіі в судоплавстві» 18–19 листопада 2014. – О.: ВидавІнформ, ОНМА, 2014. – С. 132–133.

132. Обертюр К. Л., Голиков В. В., Сафин И. В. Ситуационный метод управления событиями в эргатических транспортных системах. Міжнар. наук. – техн. конф. «Морський та річковий флот: експлуатація і ремонт» 24–25 березня 2015. – О.: ВидавІнформ, ОНМА, 2015. – С. 34–36.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ АВАРИЙНЫХ МОРСКИХ ПРОИСШЕСТВИЙ

Результаты мировой статистики аварийности судов приведены в табл. А1.

Таблица А1 – Общее ежегодное состояние аварийности на мировом морском транспорте по данным [3]

Виды аварийных происшествий	Период			Приращение
	2011	2012	2013	
Очень серьезные аварии	70	58	81	11(15 %)
Серьезные аварии	251	335	468	217 (54 %)
Морские инциденты и инциденты	878	1674	2001	1123 (44 %)
Всего АМП	**1199**	**2067**	**2550**	**1351 (47 %)**

Распределение статистических данных АМП по характеру места их наступления (табл. А2).

Таблица А2 – Место наступления морских аварий или инцидентов за 2014 [3]

№ п/п	Место наступления АМП	Процентное отношение, %
1.	Открытое море	17,9
2.	Прибрежные воды ($\leq$12 м.миль)	24,4
3.	Портовые воды (каналы и т.д.)	52,8
4.	другие	4,9

Статистика наступления АМП представляется по этапам рейса судов (табл. 1.3).

Таблица А3 – Соотношение АМП судов по этапам рейса за 2014 г. [3]

№ п/п	Этап рейса	Процентное отношение, %
1.	Швартовка/постановка на якорь	12,8
2.	Подход судна к порту	22,8
3.	Отход судна из порта	9,4
4.	Морской переход	29,7
5.	Начало и конец морского перехода	16,0
6.	другое	9,3

Имеются статистические данные, по причинам наступления АМП (табл. 1.4).

Таблица А4 – Соотношение АМП по причинам наступления за период 2011–2014 гг. [3]

№ п/п	Год / Причины АМП	2011	2012	2013	Всего, ед.(процентное отношение, %)
1.	Опрокидование	11	13	12	36(0,9)
2.	Столкновения	191	258	258	707(17,6)
3.	Контакт/ навал	113	257	371	741(18,4)
4.	Повреждение судна и оборудования	71	149	200	420(10,4)
5.	Пожар/взрыв	72	118	164	354(8,8)
6.	Затопление	29	26	52	107(2,6)
7.	Посадка на мель	179	229	318	726(18,1)
8.	Потеря непроницаемости корпуса	6	3	7	16(0,4)
9.	Потеря контроля	175	365	370	910(22,8)

Ежегодные данные общего состояния аварийности судов на государственном уровне, представлены например Украины как морской державы (таблица А5).

Таблица А5 – Состояние аварийности на морском и речном транспорте Украины за период 2010–2014 гг. [4]

Годы	2010	2011	2012	2013	2014
Количество аварийных случаев	101	72	50	40	18

Рассредоточение аварий согласно статистических данных в водах Украины по их месту наступления (табл.А.6).

Таблица А6 – Распределение АМП Украины по месту наступления [4]

№ п/п	Место наступления АМП	Соотношение (%)
1.	В акваториях речных внутренних водных путей (ВВП)	43
2.	В акваториях морских вод (морских портов, каналов, якорных стоянок)	48
3.	В открытом море	9

Распределение АМП по тяжести событий между отдельными видами аварий, наступивших в водах Украины, представлены в таблице 1.7.

Таблица А.7 – Соотношение видов аварий в водах Украины по тяжести событий [4]

№ п/п	Виды аварий по тяжести событий	Соотношение (%)
1.	Очень серьезная авария	12
2.	Серьезная авария	13
3.	Морской инцидент	25
4.	Инцидент	37

На государственном уровне представлены статистические данные АМП по причинам их наступления (табл.А8).

Таблица А8 – Соотношение АМП в водах Украины по причинам наступления [4]

№ п/п	Распределение аварий по видам	Соотношение(%)
1.	Навигационные, всего	50
1.1.	затопление	25
1.2.	посадка на мель, касание грунта	25
1.3.	навалы на гидротехнические сооружения	25
1.4.	столкновение, контакт с судно в процессе движения	25
2.	Технические, всего	35
2.1.	повреждение корпуса, возникновение дефектов корпуса судна и его элементов	50
2.2.	другие причины	50
3.	Организационные, всего	15
	ИТОГО	100

Подобным образом, статистику аварий за период 1987-2007 годы приводит страховое общество UK P&I club, относящиеся к отработанным страховым искам, в зависимости от общих причин наступления АМП (таблице А9).

Таблица А9 – Соотношение отработанных страховых исков P&I Club в зависимости от общих причин наступления АМП за период 1987–007 гг. [5]

Причина / Иски	Береговой персонал	Неисправность судна	Экипаж судна
Страховые иски, %	19	20	41
Оплаченные страховые иски, %	19	20	47
Всего, %	38	40	88

Представлена также более подробная статистика данных P&I Club связанная с разделением страховых возмещений по видам и основным причинам предъявленных исков решения суда и актов расследования аварий (таблица №А.10) [36].

Таблица А10 – Виды и причины страховых исков P&I club за период 1987–2014 гг. [5]

1	2	3	4	5	6	7
1	Ошибки судоводителей	1540	1190	77,3	21,7	32,8
2	Ошибки механиков	175	70	40	2,5	1,9
3	Ошибки экипажа	1190	543	45,6	16,8	15,0
4	Неспособность выполнять обязанности из-за заболеваний экипажа	385	70	18,2	5,4	2,0
5	Ошибки берегового персонала	1050	431	41,0	14,8	11,9
6	Ошибки при лоцманкой проводке	350	332	95	4,9	9,2
7	Сбой в работе оборудования	700	350	50	9,9	9,7
8	Неисправность средств коммуникации	210	70	33,3	3,0	1,9
9	Некачественный ремонт оборудования	560	147	26,2	7,9	4,1
10	Конструкцион-ные недостатки	455	175	38,5	6,4	4,8
11	Повреждение механизмов	333	175	52,5	4,7	4,8
12	Ошибка в расследовании	140	70	50	2,0	1,9
	Итого	7088	3623	51,1	100	100

Имеются данные статистики UK P&I Club по отказам судовых технических средств (СТС) (таблица А11).

Таблица А11 – Причины наступления АМП по отказам и СТС [3]

№ п/п	Причинные факторы	Обесточивание судна, %	Отказ главного двигателя, %
1	Отказ механического оборудования	6	15
2	Отказ системы топливоподготовки	16	13
3	Отказ электрогенерирующей станции	16	17
4	Отказ автоматической системы управления	16	-
5	Отказ системы контроля	20	29
6	Ошибка оператора	23	11
7	Недостаток пускового воздуха	-	12
8	Другие причины	3	3
	Всего	100	100

Также статистические данные разложены по аварийности судов в портовых водах, например Одесского морского торгового порта (табл. А12).

Таблица А12 – Статистика аварийности судов в Одесском морском порту

Вид АС Год	1	2	*3*	4	5	Количество АМП (ед.)
	Отказ ДРК	Недостаток в буксировочном обеспечении морских путей	*Погодные условия*	Ошибки судоводительского состава в управлении судном	Низкая квалификации членов экипажей судов.	
1990	2			1		3
1991		1		1		2
1992	1					1
1993	1	1	*1*	1		4
1994					1	1
1995	1				2	3
1996	1					1
1997		1			2	3
1998			*1*	2	1	4
1999		1			1	2
2000				1	1	2
2001						0
2002	3			1		4
2003	2					2
2004		1				1
2005						0
2010	1					1
2013	1					1
2014						
∑ кол. АС ед.	13	5	*2*	7	8	35

Таблица А13 – Распределение общей аварийности в порту Одесса за период с 1990 по 20014 гг. и соотношение по причинам наступления АМП

Причины / АМП	Отказ ДРК	Недостаток в буксирном обеспечении морских путей	Погодные условия	Ошибки судоводительского состава в управлении судном	Низкая квалификация членов экипажей судов.	Итого
Количество АМП, ед.	13	5	2	7	8	35
Отношение причин наступления АМП, %	37,1	14,3	5,7	20	22,9	100

Распределение видов АМП по территориальному признаку сведены в таблице А14.

Таблица А14 – Распределение видов АМП по территориальному признаку [3]

№ п/п	Районы / Виды АМП	Открытое море	Прибрежные воды	Портовые воды
1	контакт/ навал	8 (0,9 %)	25 (3,3 %)	95,8 % (710)
2	посадка на мель	-	2(0,2 %)	724(99,8 %)
3	столкновения судов	18 (2,9 %)	304 (43 %)	385 (54,4 %)
4	потеря остойчивости судов	7 (13,5 %)	5 (9,6 %)	40 (76,9 %)
5	затопление судов	10 (9,4 %)	15 (14 %)	82 (76,6 %)
6	мелкие повреждения стс	915 (50,8 %)	282 (15,6 %)	602 (33,6 %)
7	потерю контроля управления	3(0,1 %)	53 (6,1 %)	854 (93,8 %)
8	повреждение судна и главного двигателя	24 (5,7 %)	34 (8,1 %)	362 (86,2 %)
9	пожары/взрывы	45 (12,8 %)	40 (11,3 %)	269 (75,9 %)

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА СИСТЕМЫ ДАУ СУДНА.
ИНСТРУКЦИИ ДЛЯ ОПЕРАТОРОВ ПО УПРАВЛЕНИЮ ГЛАВНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ В ШТАТНЫХ И АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

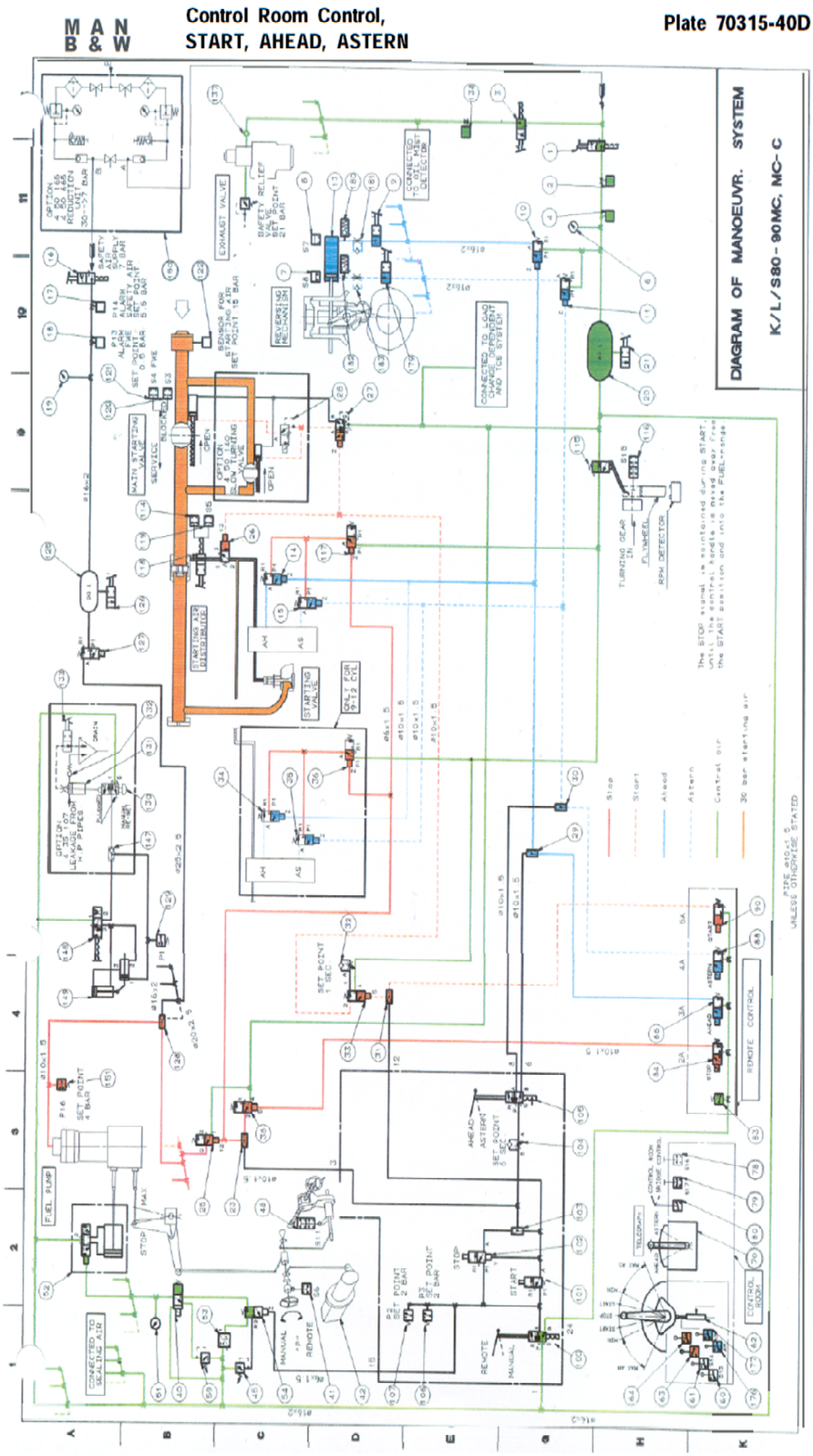

Рис. Б1 – Принципиальная схема системы ДАУ судна

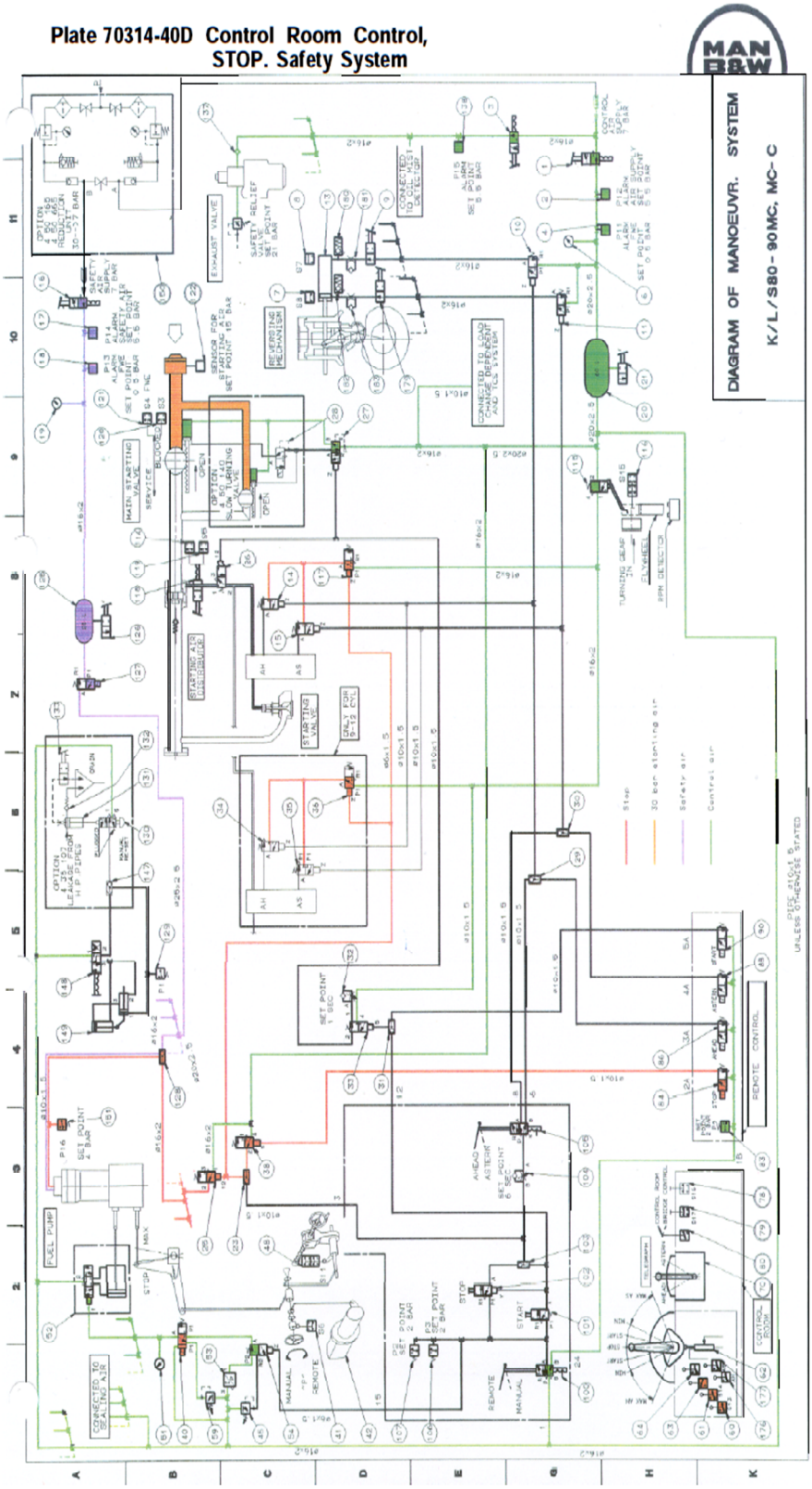

Рис. Б2 – Принципиальная схема системы контроля и безопасности пропульсивного комплекса судна

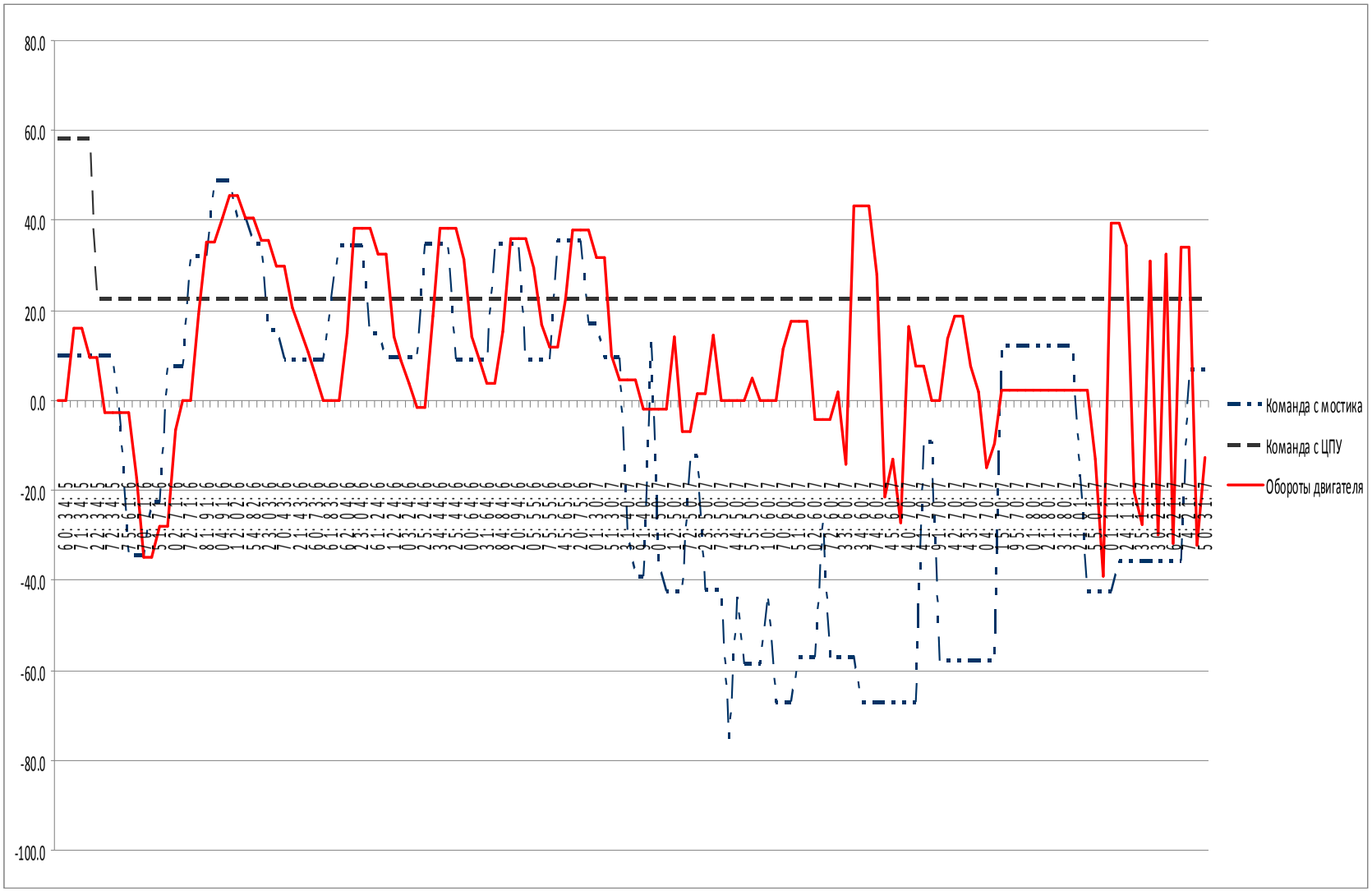

Рис. Б3 – Судовой регистратор маневров ГД в зависимости от положения рукоятки управления ГД на мостике«RHL FIDELITAS»

Таблица Б4 – кспериментальные данные быстродействия отработки команд ГД в зависимости от места управления в структуре управления

Пост управления	Загруженность судна	Время реверса ГД с СМПХ на СМЗХ, (с).	Распредвал в положении передний ход, время реверса с позиции Стоп на ЗМХ, (с).	Распредвал в положении заднего хода, время реверса с позиции Стоп на ЗМХ, (с).
ДАУ	В балласте	08,97	08,81	06,62
	Средней загрузки	09,99	09,61	06,50
	При максимальной загрузке	11,54	10,13	07,91
ДУ	В балласте	08,93	08,68	06,59
	Средней загрузки	11,19	09,10	06,25
	При максимальной загрузке	11,32	10,02	07,08
АУ	В балласте	08,89	07,15	05,27
	Средней загрузки	10,44	07,52	05,31
	При максимальной загрузке	10,61	06,91	05,75

ПРИЛОЖЕНИЕ В

ФОРМИРОВАНИЕ СЦЕНАРИЕВ АНТИСОБЫТИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НЕПОТОПЛЯЕМОСТИ СУДНА В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

В1. Формирование картин в сценариях антисобытий для обеспечения непотопляемости судна.

Пролог. АМС морского транспортного средства связанній со снижением плавучести, в процессе маневрирования в портовых условиях с целью ошвартовки к причалу. Маневрирование проводилось самостоятельно КМ без лоцмана (основание, наличие сертификата разрешающего проводку судна без лоцмана для этого порта) в сумерках, в утреннее время за 1,5 часа до восхода солнца.

Погодные условия были благоприятными для проведения и швартовки судна: ветер северо-восточный силой от 2-х до 4-х баллов, волнение моря 1,5 балл, видимость – до 3 км.

05:10 – 2 ПКМ позвал КМ на мостик за 30 минут до ожидаемого времени прибытия судна , за 1,5 мили до брекватора порта;

05:26 – КМ прибыл на мостик, принял доклад вахтенного офицера о состоянии навигационной обстановки и готовности технических средств для маневрирования.Затем принял командование на себя;

05:32 – СПКМ прибыл на мостик и принял вахту у 2 ПКМ, согласно швартовному расписанию;

05:43 – Введены в действие вторая рулевая машина, подруливающее устройство. Пропульсивный комплекс судна управлялся КМ, посредством ДАУ с крыла мостика Л.Б. СПКМ находился между консолью центрального пульта управления судном и левого крыла мостика, по радиостанции принимал репорты о готовновти швартовных команд. Управление стабилизаторами качки на панели управления находилось в ручном режиме;

05:56 – Приблизившись к причалу, КМ замедлил ход судна за счет дифференцированной тяги винтов для изменения направления судна и подхода к причалу. За 30 метров до позиции постановки к причалу и ошвартовки, судно застопорилось (остановилось). Для возобновления движения, КМ увеличил

мощность двигателей и судно медленно начало движение вперед. Сработала сигнализация тревоги о неисправности стабилизатора крыла качки. Вахтенный 2 механик обнаружил, что левое крыло стабилизатора осталось в открытом положении и серьезно повреждено, о чем немедленно сообщил СТМ;

06:06 – Сработала сигнализация высокого уровня воды в льлах помещения насосов. Вахтенный 2 механик прибыл в помещение насосов и обнаружил перетекание забортной воды в помещение из-за борта, уровень которой достиг плит этого помещения. Обнаружить источник поступления воды он был не в состоянии, из-за затопленного места повреждения. Вахтенный 2 механик покинул насосное помещение и задраил водонепроницаемые двери. Затем, настроил аварийную откатку за борт, клапанами системы осушения льял насосного помещения и ввел в действие пожарно-осушительные насосы №1, №2;

06:13 – КМ ошвартовал судно, опустил носовую аппарель для эвакуации пассажиров и грузов;

06:20 – Главные двигатели остановлены из-за недостатка воды;

06:27 – КМ сообщил об инциденте портовым властя.КМ запросил помощи береговых служб для проведения инспекции подводной части корпуса судна водолазами. СПКМ рассчитал и проверил остойчивость судна при затоплении разгерметизованного помещения;

06:46 – Прибыла береговая пожарноя команда. Провели разведку насосного помещения через люк аварийного выхода и обнаружили сохраняющееся постоянное увеличение уровня воды;

07:00 – КМ приказал покинуть борт судна персоналу не задействованного в спасательной операции;

07:20 – Производительность насосов осушительной системы была не в состоянии уменьшить скорость затопления, в итоге вышел из строя осушительный насос №1 из-за его затопления. Произошло ложное

срабатывание пожарной сигнализации затапливаемого помещения, из-за короткого замыкания датчика пожарной сигнализации;

08:00 – Прибывающая вода затопило насосное помещение и началось просачивание воды в МО через неплотности кабельных трасс и т.д.;

08:30 – Проведена герметизация смежных помещений силами экипажа. Принято решение доставить на борт судна береговой насос высокой производительности;

09:00 – Произошло обесточивание, ДГ остановились из-за нехватки воды охлаждения. Автоматически пустился аварийный дизель генератор;

09:50 – На судно доставили береговой насос высокой производительности. Подключили и начали откатку с производительностью 360 $м^3$/час;

13:00 – Водолазы с наружной стороны корпуса устранили течь корпуса используя уплотнительные материалы. Уровень воды стал быстро и неуклонно снижатся.

18:00 – Поверхность откатываемой воды достиг уровня ниже места повреждения корпуса. Установлен цементный ящик на повреждение корпуса. Течь ликвидирована, судно готово для перехода в док для ремонта.

Кратко: судно при маневрировании в портовых водах используя активное торможение подошло к причалу и остановилось. При остановке судно зацепилось стабилизатором качки л.б. о причал, который остался в открытом положении. Для возобновления движения судна к окончательному месту швартовки произвели увеличение мощности упора винта. В итоге стабилизатор л.б. был поврежден, что привело к разгерметизации подводной части корпуса судна.

2) Сценарий 2, действий операторов управления в обеспечении непотопляемости судна.

Для решения поставленной задачи воспользуемся сценарным методом [17, 40], и чтобы восстановить картину потери плавучести судна, сформируем

сценарий события вышеизложенного аварийного состояния для установления причины отказа.

S – событие (катастрофа), состоящая из всех различных состояний, которые находились в этой системе. Представим событие путем декомпозиции на сцены Si.

Для обеспечения непотопляемости судна, рассматриваются силы действующие на плавающее судно. Способность судна оставаться на плаву подчиняется классическому закону, закону Архимеда.

Таблица 3.6 – Сценарий 2 действий операторов управления в обеспечении непотопляемости судна.

№	Время	События	Дистанция, м.	Скорость судна, узл.	Наличие трансформации	Причина отсутствия трансформации
1	00:00	Потеря герметичности корпуса судна.Повреждение стабилизатора.	0	0	отсутствует	Сбой в системе реализуемости
2	00:01	Увеличение мощности упора винта	30	0,9	отсутствует	Сбой в системе определения
3	00:02	Судно застопорило движение	146	0,0	отсутствует	Сбой в системе обнаружения, идентификации и определения
4	00:06	Дифференциальное управление упором винта при подходе к причалу	176	2,8	присутствует	
5	00:15	Управление ГД через ДАУ, управление стабилизаторами в ручном режиме	1481	10	отсутствует	Сбой в системе получения информации

Таким образом, на судно плавающее неподвижно в состоянии равновесия действуют силы: сила тяжести судна, состоящая из совокупности сил действующих на все его части и на все его грузы находящиеся на нем.

Разработка алгоритма действий операторов управления в обеспечении непотопляемости судна, сценарий спасения экипажа и гибель для судна на рис. 3.2.

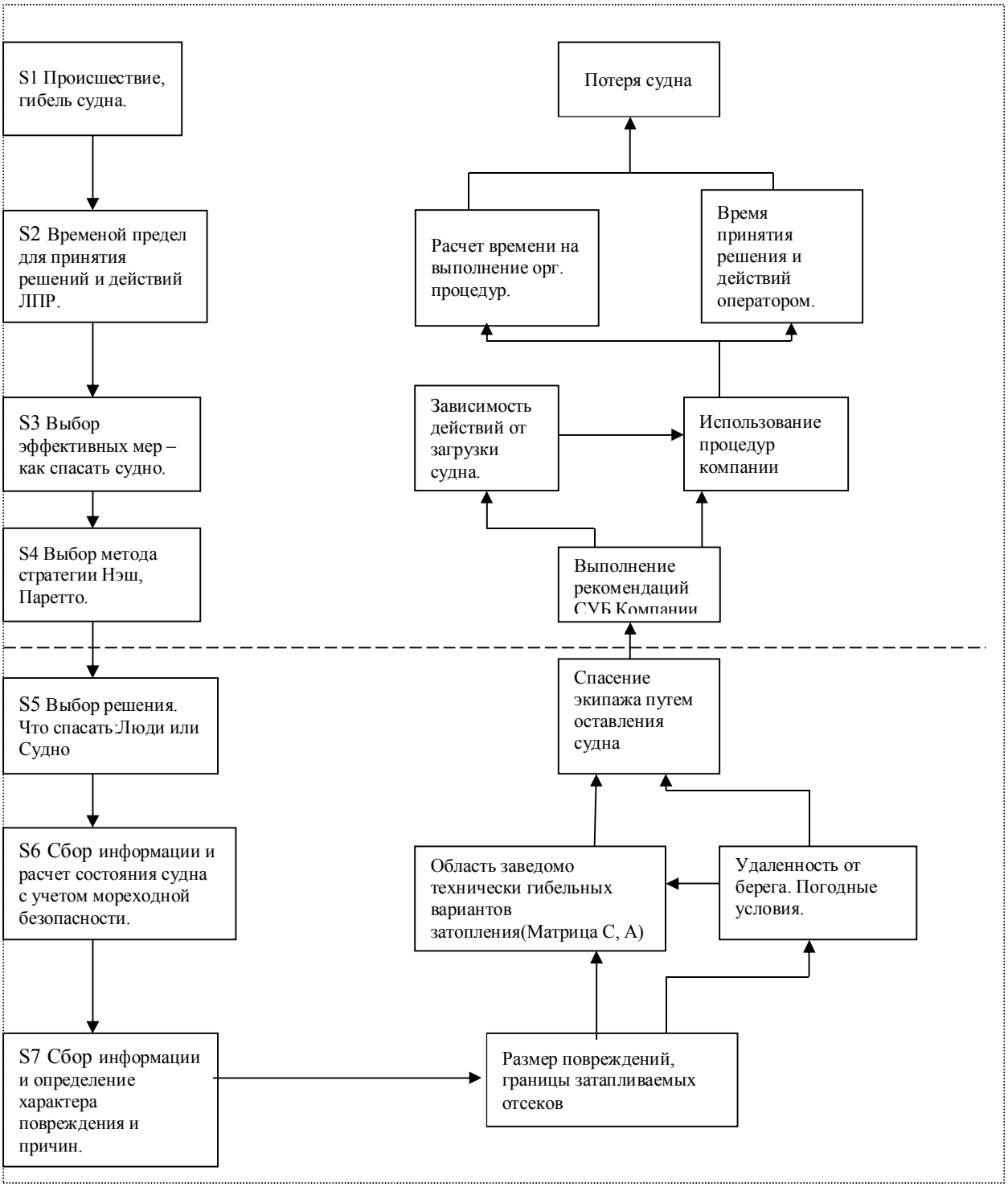

Рис. 3.2 – Сценарный анализ и алгоритм действий операторов уровня управления при потере запаса плавучести судна

В.2. Формирование сцен в сценарии антисобытия непотопляемости судна.

1. Разработка алгоритма действий операторов управления в обеспечении непотопляемости судна, сценарий спасения экипажа и гибель для судна.(рис. В1).

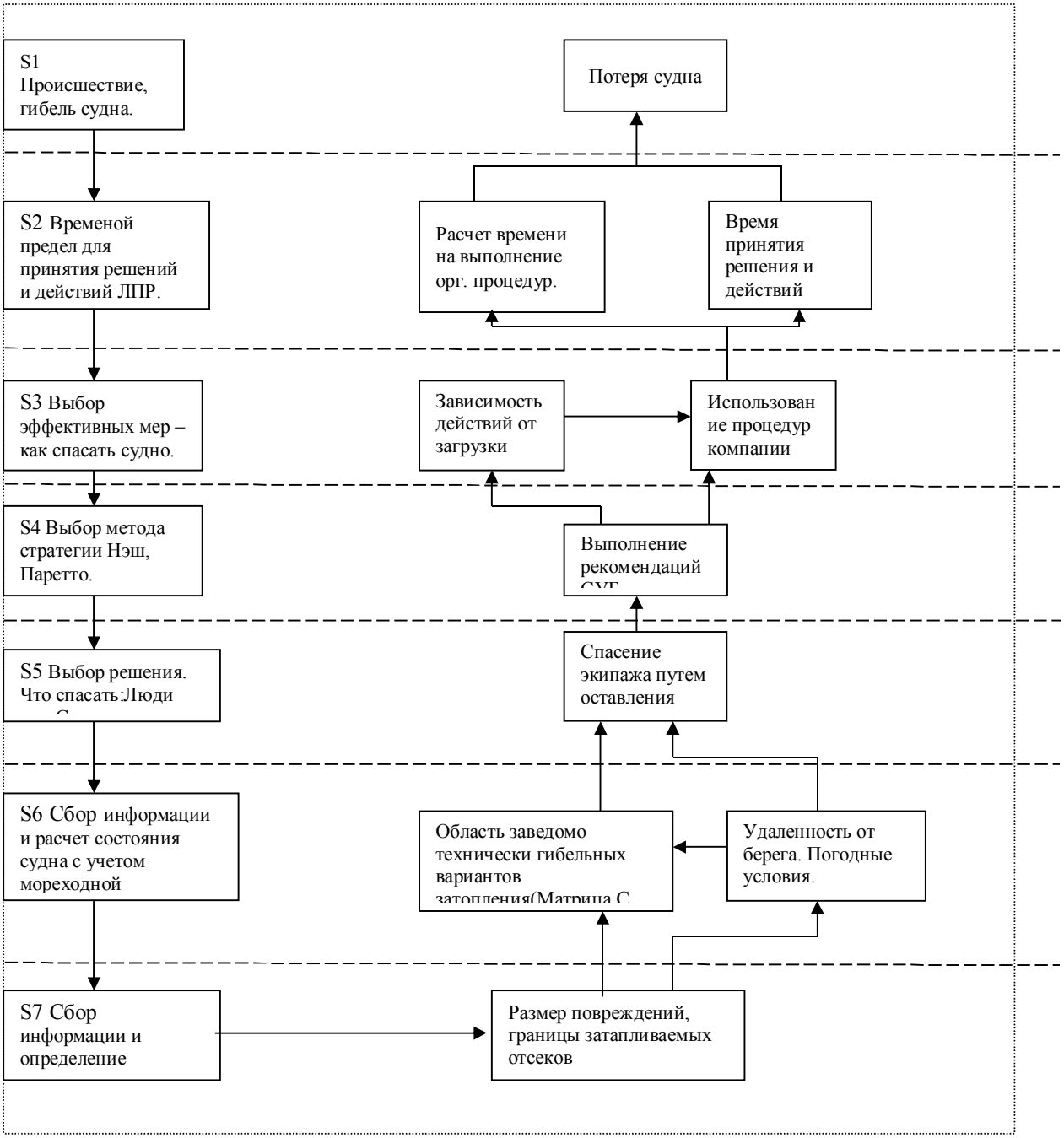

Рис. В1 – Сценарный анализ и алгоритм действий операторов уровня управления при потере запаса плавучести судна и спасение экипажа

2. Разработка алгоритма принятия решений операторами уровня управления в сценарии по сохранению и повышению плавучести судна (рис. В2).

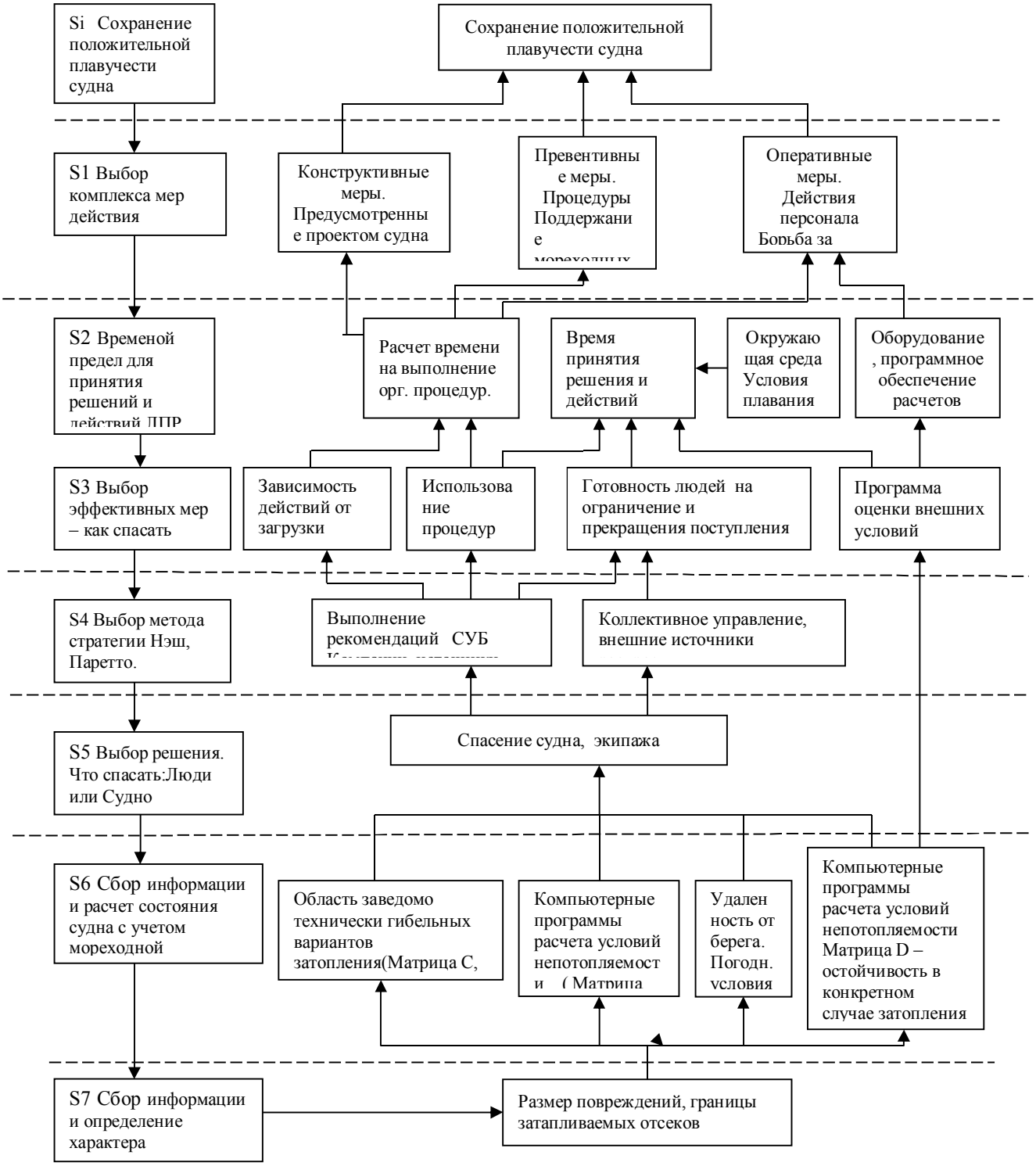

Рис. В2 – Сценарный анализ и алгоритм действий операторов уровня управления в сценарии сохранения и повышения запаса плавучести судна

В.3. Формирование сценария антисобытий за непотопляемость судна (рис. В3).

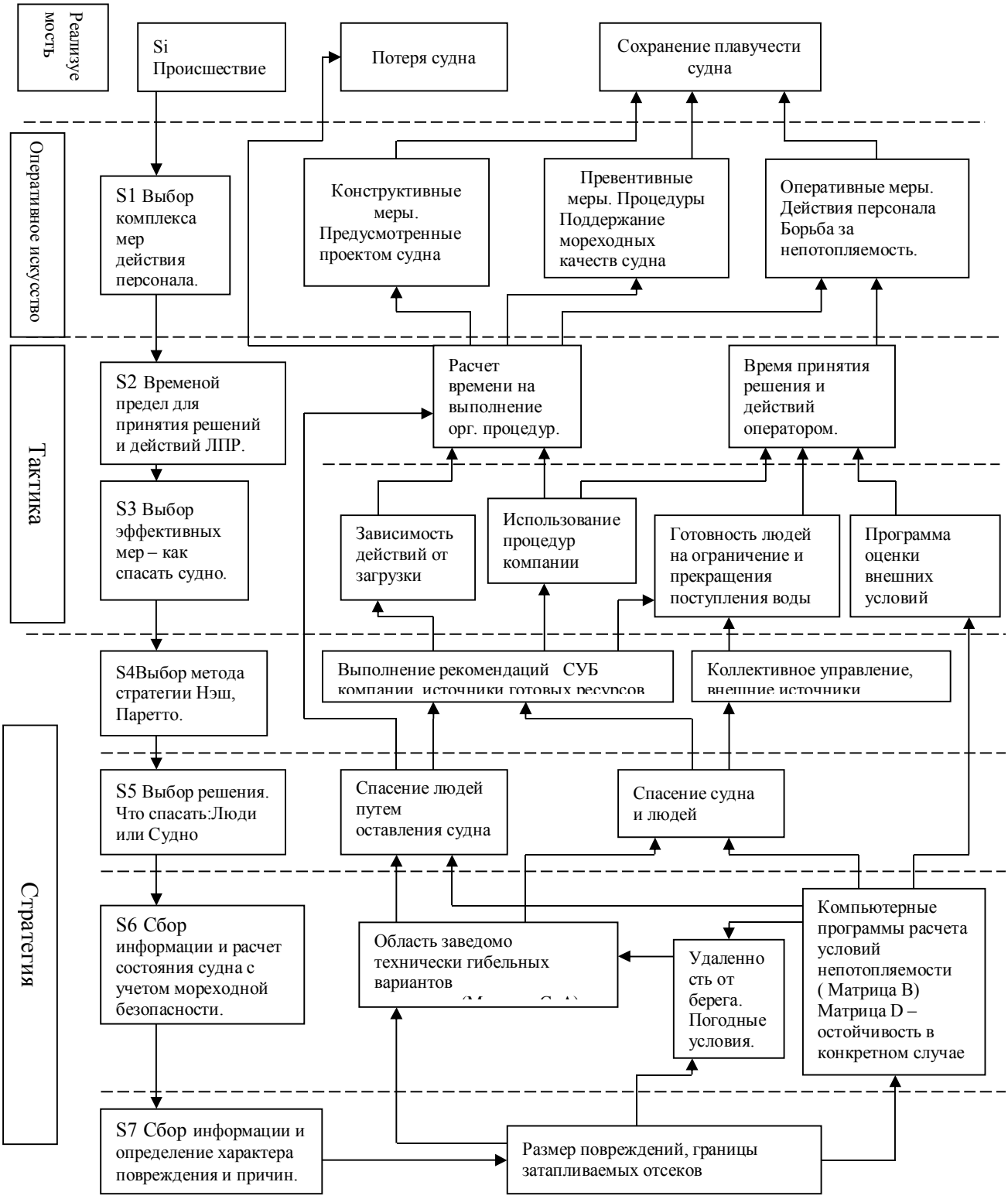

Рис. В3 – Сценарный синтез действий операторов эргатических систем в обеспечении непотопляемости судна

Вывод: из полученных результатов сценарного исследования действий операторов судовых эргатических систем отмечается, что в соответствии со сценарем по спасению экипажа (табл. В1) полностью удовлетворяется требование в случае принятия предложенных управленческих решений для спасения людей и неудовлетворяется по отношению к судну. Согласно сценарию сохранения и повышения плавучести судна (табл. В2) происходит оптимальное и эффективное достижение поставленных целей по спасению людей и обеспечению положительной плавучести судна. Сценарный синтез системы (табл. В3) структурировал алгоритмы целедостижения и отразил эффективность методики принятия решений инверсным методом для достижения безопасности судоходства.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

ФОРМИРОВАНИЕ СЦЕНАРИЕВ АНТИСОБЫТИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТИ СУДНА В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Г.1. Формирование картин в сценариях антисобытий для обеспечения пожарной безопасности судна

В качестве 3-го примера рассмотрим АМП морского транспортного средства связанн со снижением пожаробезопасности при выходе из порта.

Пролог. 2 февраля 2010 года, экипаж ролл-на ролл-офф (ро-ро) пассажирский паром Оскар Уайльд подготовил судно к выходу в море, в Фалмут, Англия.

Погодные условия были благоприятными для проведения маневрирования: было темно, но видимость была хорошая – до 5 км, состояние моря было умеренным, волнение моря 1,5 балла и ветер западный, силой от 4 до 5 баллов.

18:15 – поступила команда о готовности МО "Stand-by" к маневрам.

18:30 – Судно отошло от причала и взял курс в Rosslare, Ирландия.

18:40 – Вахтенный механик (ВМ) перевел топливообеспечение главного двигателя и вспомогательных двигателей с дизельного (ДТ) на тяжелое топливо (ТТ). Сработала сигнализация по давлению топлива, СТМ поручил Вх.мех перевести топливоподачу для вспомогательных двигателей обратно на ДТ.

19:00 – СТМ принял команду с мостика выходить на «полный навигационный ход», и дал команду Вх.мех-ку о переводе на ТТ вспомогательные двигатели.

19:12 – Сработала сигнализация низкого давления в системе топливоподачи дизель-генераторов №3, №4 (ДГ). Произошел автозапуск резервного топливоподкачивающего насоса №2

19:13 – Активировался датчик пожарной сигнализации над модулем топливоподкачивающих насосов ДГ. Сработала система пожарной сигнализации на мостике, ЦПУ, МО.

19:15 – СТМ и Вх.мех. обследовали помещение ДГ и увидели пламя над топливным модулем ДГ № 3. Помещение быстро заполнялось дымом. СТМ проинформировал мостик и КМ о пожаре и проблеме с ДГ №3, а также предупредил КМ о возможном обесточивании судна. Судно находилось в 1,5 милях от берега и шло со скоростью 15 узлов.

19:16 – КМ объявил общесудовую тревогу по судну и формирование

аварийных командных постов согласно расписанию по пожарной тревоге. КМ приказал готовить якоря к отдаче и развернуть судно на позицию якорной стоянки ближе к порту. 2 мех. приказал обслуживающему персоналу покинуть МО и развернул пожарные шланги, пенный генератор. Вх.мех. закрыл пожаробезопасную дверь для изоляции пожара в помещении ДГ.

19:17 – СТМ активировал быстрозапорные клапана для прекращения топливоподачи к главным и вспомогательным механизмам, остановку вентиляции и закрытие противопожарных заслонок. Произошло обесточивание судна. Аварийный ДГ введен в работу.

19:18 – СПКМ организовал охлаждение водой из пожарных стволов переборки смежных с очагом пожара помещений.

19:19 – Попытка активировать спринклерную систему пожаротушения в МО произошла не удачно. Офицер по безопасности приказал аварийной партии экипированной в дыхательные аппараты бороться с огнем водой и пеной через приоткрытые водонепроницаемые двери №3.

19:25 – Судно стало на якорь.

19:30 – Огонь распространяется в помещение электрораспределительного щита. Попытка 2 мех активировать систему объемного пенотушения с палубы №4 не удачна.

19:32 – Аварийный пожарный насос №1 вышел из строя, давление воды в пожарном трубопроводе потеряно.

19:35 – Вх.мех. ввел в работу аварийный пожарный насос №2 в помещении подруливающего устройства. Давление воды в пожарном трубопроводе восстановлено. Аварийная партия продолжила бороться с пожаром через водонепроницаемые двери №3.

19:43 – СТМ пытается активировать систему пенотушения. Система в работе пена уходит в из пенных резервуаров. Аварийная партия не видит поступление пены в помещение к месту пожара.

19:49 – Доклад 2 мех., резервуары с пенным реагентом пусты. Произошло

обесточивание аварийного ДГ (АДГ).

19:51 – Электромеханик из помещения аварийной электрощитовой восстановил работоспособность АДГ. Подача воды в систему пожаротушения восстановлена.

19:52 – КМ попросил береговую охрану прислать пожарный буксир, и запросил помощи аварийной группы морского реагирования (MIRG). Он также приказал приготовить шлюпки к спуску и приспустить их на посадочную палубу.

20:04 – Активируются датчики пожарной сигнализации на палубах жилых помещений зоны 2 палуба №8 из-за задымления.

20:15 – СТМ вошел в МО через двери палубы жилых помещений и убедился в самозатухании очагов пожара.

20:24 – Аварийная партия группы разведки обследовала помещение ДГ и сообщила об разрозненности очагов пожара.

20:31 – Прибыл пожарный буксир береговой охраны.

20:37 – Аварийная партия группы разведки обследовала смежные помещения к ДГ локализовала и ликвидировала остаточные очаги пожара.

21:00 – Пожар в помещение ДГ и за его пределами в МО был потушен.

3) Сценарий 3, действий операторов эргатических систем по борьбе с пожаром при чрезвычайном развитии событий.

Для решения поставленной задачи воспользуемся сценарным методом [17,40], и чтобы восстановить картину снижения пожаробезопасности судна, сформируем сценарий катастрофы вышеизложенного аварийного состояния для установления причины угрозы.

S – событие (катастрофа), состоящая из всех различных состояний, которые находились в этой системе. Представим событие путем декомпозиции на сцены Si.

Сценарий 3: действия операторов по борьбе с пожаром при чрезвычайном развитии событий

№	Время	События	Дистанция, м.	Скорость судна, узл.	Наличие трансформации	Причина отсутствия трансформации
1	00:00	СТМ и Вх.мех. обследовали помещение ДГ и увидели пламя над топливным модулем ДГ № 3. СТМ проинформировал мостик и КМ о пожаре и проблеме с ДГ №3, а также предупредил КМ о возможном обесточивании судна.	0	10	присутствует	
2	00:02	Активировался датчик пожарной сигнализации над модулем топливоподкачивающих насосов ДГ. Сработала система пожарной сигнализации на мостике, ЦПУ, МО.	802	13	присутствует	
3	00:03	Сработала сигнализация низкого давления в системе топливоподачи дизель-генераторов №3, №4 (ДГ). Произошел автозапуск резервного топливоподкачивающего насоса №2	432	15	отсутствует	Сбой в системе обнаружения, идентификации и определения
4	00:10	СТМ принял команду с мостика выходить на «полный навигационный ход». СТМ отдал команду Вх.мех о переводе на ТТ вспомогательные двигатели.	4630	15	присутствует	
5	00:20	Вахтенный механик (ВМ) перевел топливообеспечение главного двигателя и вспомогательных двигателей с дизельного (ДТ) на тяжелое топливо (ТТ). Сработала сигнализация по давлению топлива, СТМ поручил Вх.мех перевести топливоподачу для вспомогательных двигателей обратно на ДТ.	5262	8	отсутствует	Сбой в системе получения информации
6	00:35	Вахтенный механик (ВМ) перевел топливообеспечение главного двигателя и вспомогательных двигателей с дизельного (ДТ) на тяжелое топливо (ТТ). Сработала сигнализация по давлению топлива, СТМ поручил Вх.мех перевести топливоподачу для вспомогательных двигателей обратно на ДТ.	250	4	отсутствует	Сбой в системе получения информации
7	00:45	Судно отошло от причала , маневренные операции.	150	2	присутствует	
8	01:00	Поступила команда о готовности МО "Stand-by" к маневрам	0	0	присутствует	

Сценарий действий операторов эргатических систем по борьбе с пожаром при катастрофическом развитии событий.представлен на рис. 3.3.

Под борьбой с пожарами подразумевается комплекс тезнических и организационных мер проводимых, с целью предупреждения пожара , ограничения распространения огня и создание условий для безопасной эвакуации людей.

Пожар на судне по своему характеру развития и условиям борьбы с ним представляет собой сложное явление. От четкости и правильности принятых решений и действий всего экипажа зависят судьба судна и безопасность жизни людей [94]. Применяемый комплекс мер по борьбе с пожаром состоит: предупреждение пожара, обнаружение, ограничение и тушение. В состав которых, предусматривают методы защиты от пожара: конструктивную – при проектировании, строительстве, оснащением техническими средствами; эксплуатационные, тактические – готовность и надежная работа технических средств и систем; оперативные – наличие и готовность членов экипажа обеспечить пожаробезопасность судна. Анализ пожаров на морских судах показывает, что обеспечение пожаробезопасности значительно зависит от степени готовности операторов к экстремальному управлению, особенно в период пребывания на борту судна в период адаптации [95; 96; 97]. Современные суда оборудованы многочисленными механизмами, оборудованием, которые работают в условиях высоких температур и давлений т.к. жидкое топливо и масло требующее подогрева, увеличивает вероятность появления источников загорания или взрыва. Сложные электромеханизмы, большая протяженность электрокоммуникаций, внедрение автоматизации и появление машинных помещений без постоянной вахты создают дополнительные трудности в борьбе с возникновением пожаров на судах.

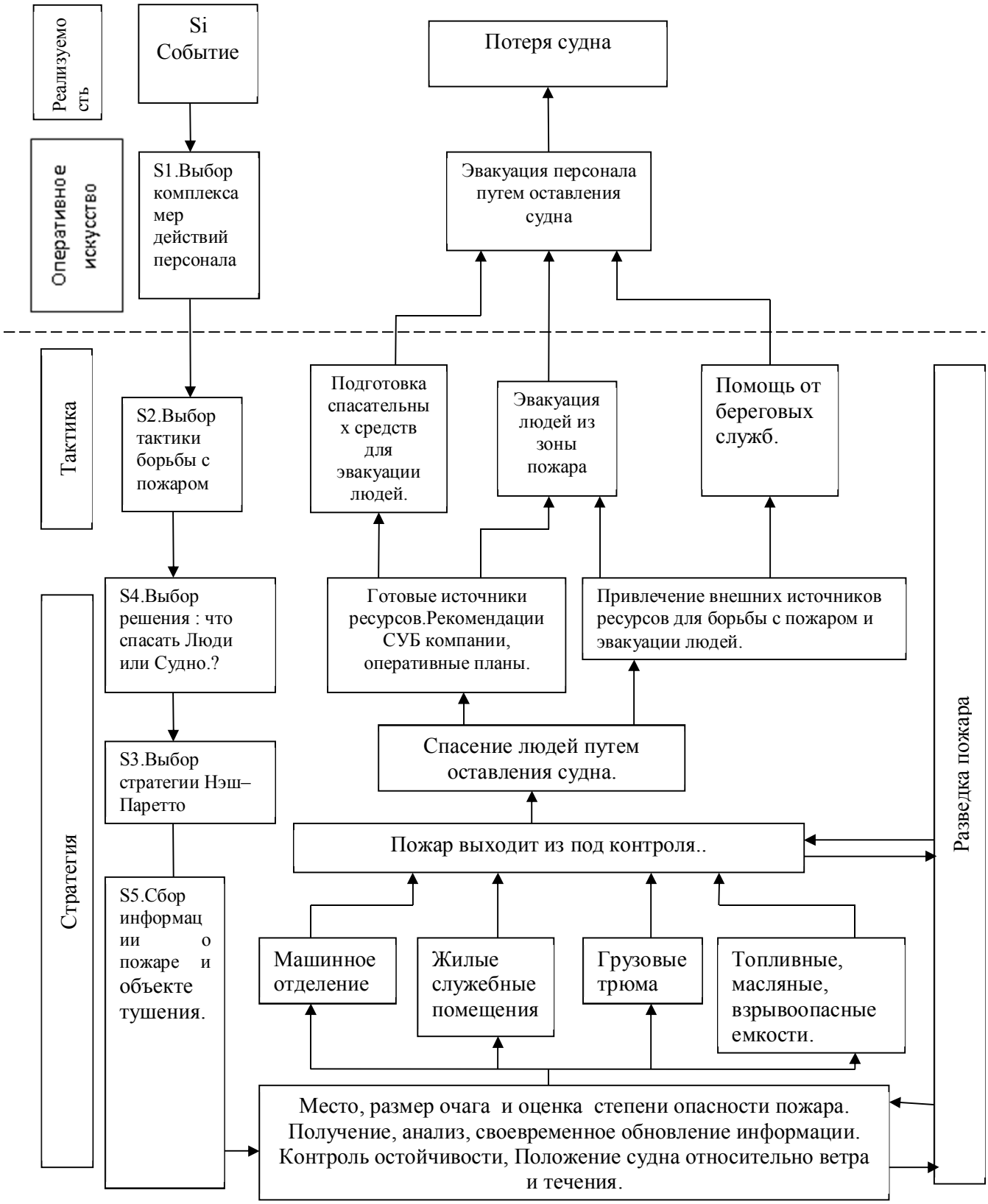

Рис 3.3 – Сценарий действий операторов эргатических систем по борьбе с пожаром при аварийном развитии событий.

Пожаро опасность на судах увеличилась вследствие развития перевозок сырых и полуобработанных химикатов в твердом, жидком и газообразном состояниях, транспортировки в огромных количествах сырой нефти и различных нефтепродуктов. Таким образом своевременное обнаружение возникшего на судне пожара, является залогом его успешной локализации и ликвидации с минимальным ущербом для судна, груза и опасности для экипажа. В соответствии с организационным планом по борьбе с пожарами любой член экипажа, обнаруживший пожар или его первые признаки (дым, запах гари, повышенная температура), обязан через ближайший ручной извещатель пожарной сигнализации или любым другим способом (по телефону, голосом, посыльным и т.п.) сообщить об этом вахтенной службе. Для своевременного обнаружения пожара суда оснащены эффективно действующими системами пожарной сигнализации обнаружения.

В качестве извещателей, фиксирующих отклонение ситуации в судовом помещении от нормы, могут быть использованы тепловые, дымовые, световые, ионные и другие устройства.

Организация борьба с пожарами на морских судах включают в себя следующие процессы:

1. Стратегия – это предварительной планирование и определение политики по отношению к пожару на судне. Стратегия выдвигает два требования: Хорошее знание планировки судна. Получение, анализ и своевременное обновление информации. – Места доступа на судно и пути доступа к пожару, (передается Пожарный План судна и разъясняются его детали);

– Какие имеются опасности, в том числе наличие опасных грузов, иных горючих грузов, топлива в танках и их расположение;

– Информация о недостающих членах экипажа или иных лиц на судне и их предполагаемое местонахождение;

– Информацию об остойчивости судна, включая риск потери остойчивости в случае использования воды из пожарных рукавов;

– Какие были предприняты действия экипажем, включая эвакуацию персонала, отключение подачи электричества и вентиляции;

– Какие имеются системы пожаротушения на судне, какие из них были задействованы;

– Информацию о делении судна на главные вертикальные пожарные зоны и др.

Связь и координация во время борьбы с пожаром

Этапы: 1 этап – Первоначальные действия. Подача сигнала тревоги и сообщение о месте возникновения пожара. Меры предосторожности. Действия по общесудовой тревоге. 2 этап – Оценка пожарной ситуации. При оценке ситуации главную опасность представляет недооценка грозящей угрозы, в частности из-за недостатка информации. Способы ликвидации пожаров: охлаждение зоны горения или реагирующих веществ, изоляция реагирующего вещества от зоны горения, разбавление реагирующих веществ новым, не поддерживающим горение веществом, химическое торможение реакции горения с помощью ингибиторов. 3 этап – Атака на пожар. Прямая атака. Непрямая атака. Тактические приемы при пожаре в машинном помещении. 4 этап – Пожар под контролем. 5 этап – Ликвидация остатков пожара. Опасность вследствие ослабления внимания и утраты бдительности. Безопасность района пожара. 6 этап – Пожар потушен. 7 этап – Разбор.

Борьба экипажа с пожаром на судне проводится в соответствии с имеющимися на судне аварийными и оперативными планами под руководством капитана, а в его отсутствие вахтенным штурманом, и включать следующие действия:

– разведка, обнаружение пожара и выявление его места и размеров;

– предотвращение распространения пожара;

– предупреждение возможных взрывов;

– ликвидация пожара и его последствий.

Г.2. Формирование сценариев антисобытия по борьбе с пожаром на судне. Сценарий действий операторов эргатических систем по борьбе с пожаром при катастрофическом развитии событий.(рис. Г.1, рис. Г.2)

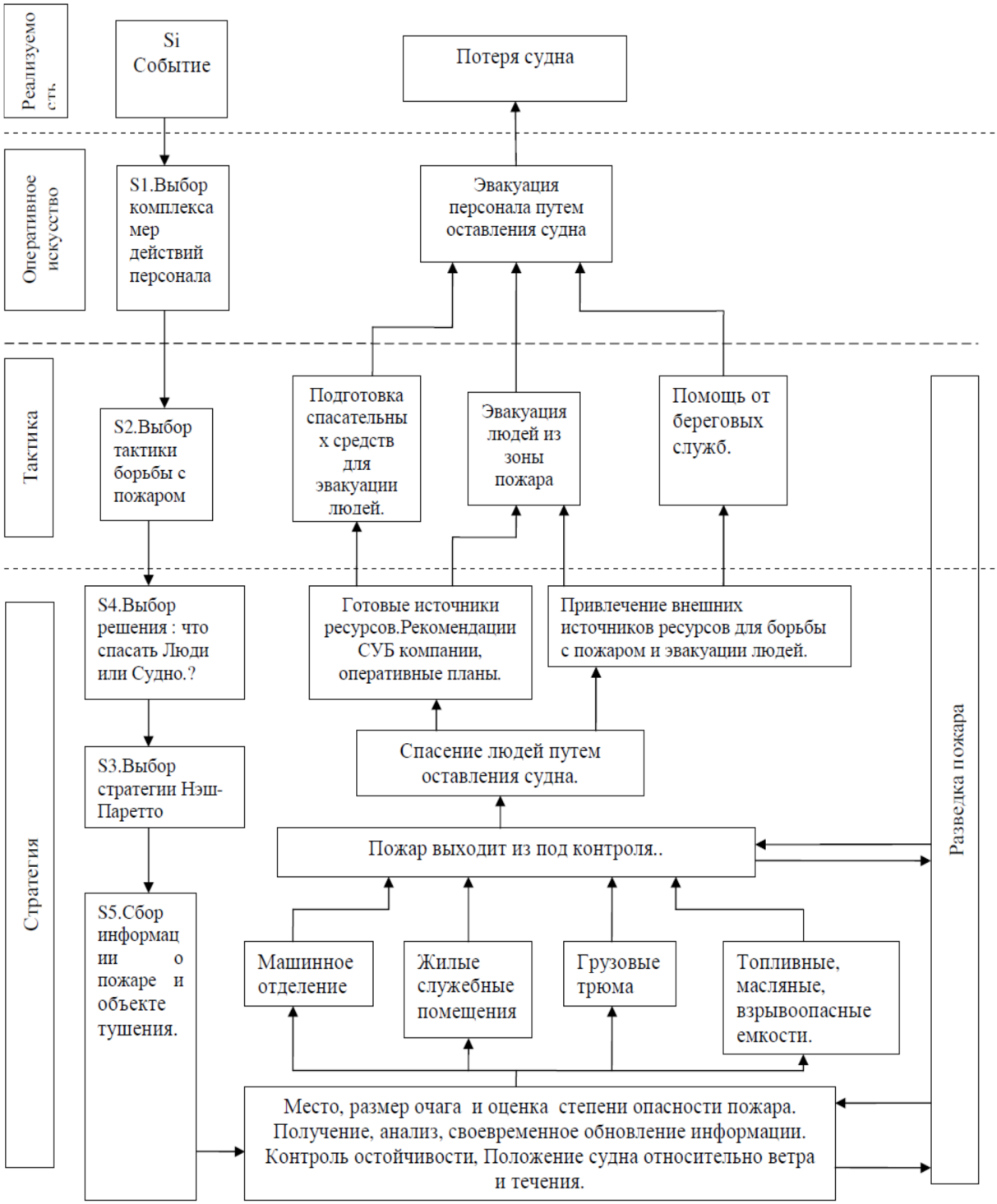

Рис. Г.1 – Сценарий действий операторов эргатических систем по борьбе с пожаром при катастрофическом развитии событий

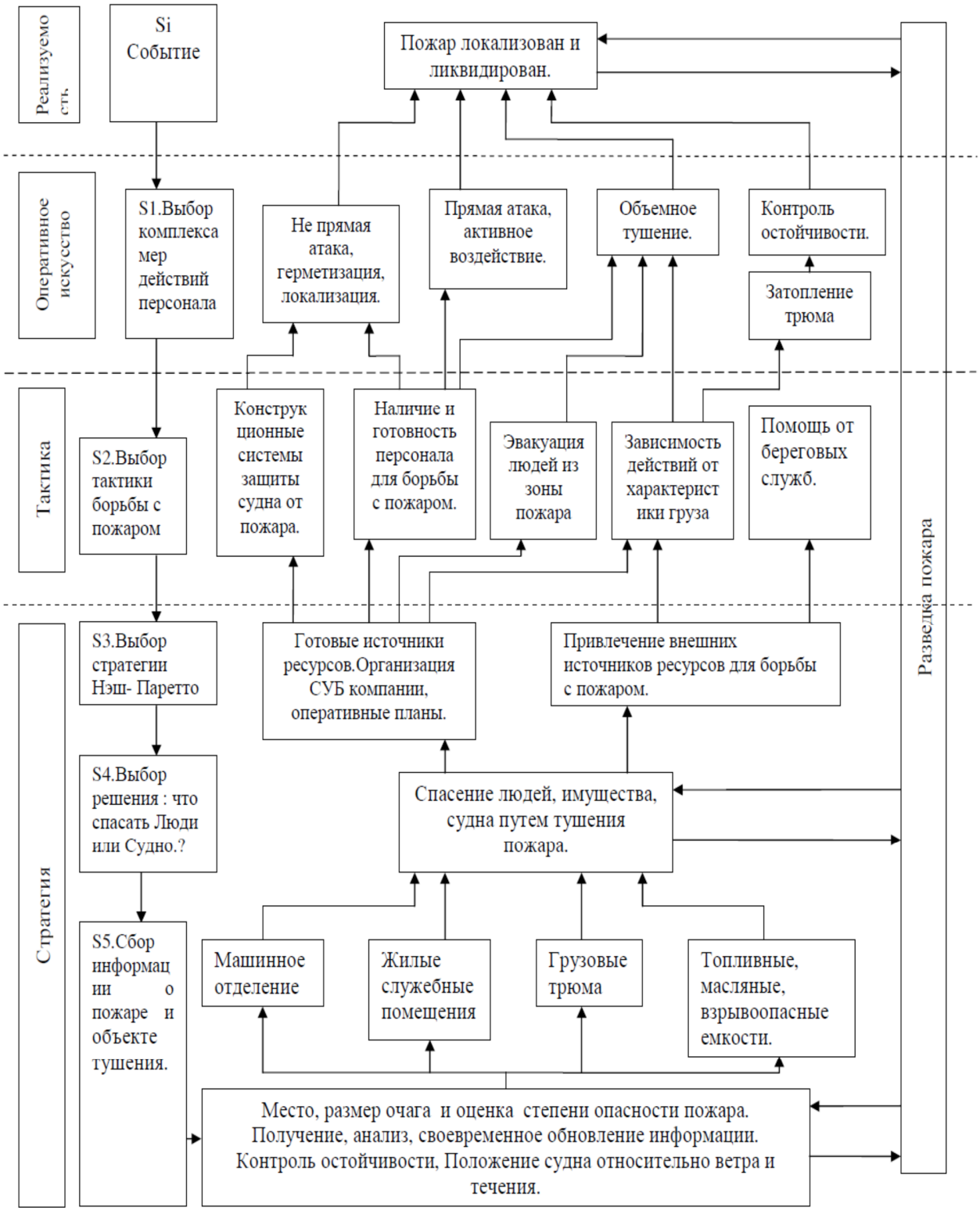

Рис. Г.2 – Сценарий действий операторов эргатических систем по борьбе с пожаром

Выводы:

1. Предложенный подход органично объединил в единое целое элементы сценарного анализа, инверсного метода и критериев гарантированной безопасности.

2. Определено, что разработанный метод по накоплению информации и поиску решений, дополнительно способствует повышению готовности операторов и отбор оптимальных решений на различных иерархических уровнях: стратегический – представлен способ получения информационной поддержки операторов о перспективном состоянии судна и экипажа в обеспечении пожаробезопасности; тактический – продемонстрированы принципы по выбору источников информации действий персонала для сохранения и повышения уровня защиты судна от пожаров; оперативное искусство – предложен подход для поиска адекватных условиям решений и действий в борьбе экипажа с пожаром за живучесть судна; реализуемость – ответственность операторов за принятые решения и выполненные действия.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

МЕТОДИКА ПОИСКА РЕКОМЕНДАЦИЯ И КОРРЕКТИРУЮЩИХ ДЕЙСТВИЙ НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ, ИЕРАРХИЧЕСКИЙ ПОДХОДЫ, СИТУАЦИОННЫЙ МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ СОБЫТИЯМИ ДЛЯ ПРИОБРЕТЕНИЯ НАВЫКОВ ОПЕРАТОРАМИ СУДОВ ДЛЯ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ УГРОЗАМ В ПРЕДРЕЙСОВОЙ ПОДГОТОВКЕ

Д.1. Энергетический подход к приобретению навыков операторами в борьбе за живучесть судна.

Как показывает анализ происшествий в морской транспортной индустрии каждый год происходит около 150 масштабных аварий из-за пожаров, взрывов или затоплений на борту торговых судов. Актуальность проблемы появления человеческой ошибки, даже если она происходит незаметно, может привести к серьезным авариям, присутсвует и по сей день. Разработанные методы противодествия возникающим угрозам в процессе управления судном является выполнение требований конвенции СОЛАС-74 и наставления по борьбе за живучесть судна (НБЖС)[11,88]. Где представлены положения формирования организации безопасного управления судна, поддержания в постоянной готовности средств борьбы за живучесть судна, а так же регулярного тренинга членов экипажа. В данном наставлении сформулирован типовой подход основанный на модульной структуре интегрированной системы планов действий экипажа с распределением по видам чрезвычайных ситуаций.

Всвязи со все более возрастающим количеством угроз в морской транспортной структуре разрабатывается диагностическая система на уровне управления охватывающая весь процесс, которая должна соответствовать и отвечать принципам гарантированной безопасности. Представленный концептуальный подход обеспечения гарантированного функционирования должен удовлетворять трем принципам: информированности; определенности; реализуемости [89, 90]. Представляя в виде информационного блока, блока определения и блока реализации можем получить достоверную и достаточную информацию для принятия решений путем проведения этапов: обнаружение опасности, проведение идентификации опасности и организация непрерывного наблюдения за ней.

Всвязи с тем что существует сложность идентификации аварии в динамике по источнику, масштабу и характеру аварии предлагается рассмотреть

получение информации путем идентификации с энергетической позиции, согласно которой каждое тело выполняющее работу обладает потенциальной и кинетической, внутренней энергией в соответствии с уравнением Клапейрона-Менделеева [91]. Предлагается энергетическая идентификация угроз возникающих при пожаре, затоплении, потери ходкости судна, на основе способности объекта осуществить работу. Усиление угрозы наблюдается при накоплении объектом потенциальной энергии. Поэтому у лиц принимающих решения (ЛПР) есть запас времени на упреждение возникновения аварии своими силами либо с использованием дополнительного ресурса. Проявление кинетической энергии в виде совершаемой работы требует принятия экстренных мер по уклонению от внешних угроз и ликвидации аварии. Способ получения информации для наблюдаемости за объектом может быть представлен следующим образом: на начальном этапе обнаруживается место где возникла угроза, затем ЛПР принимает меры по идентификации угрозы, определяя степень способности объекта выполнить работу. После этого разрабатываются мероприятия по концентрации сил и ресурсов для борьбы с потенциальной аварией путем активного воздействия на предмет угрозы.

Таким образом представленная технология, как способ идентификации, позволяет определить масштаб угроз, более глубоко изучить их характер проявления и тем самым повысить степень информированности ЛПР, для последующего принятия решений в борьбе за живучесть судна.

Д.2. Иерархический подход к формированию навыков командного состава судов на уровне управления в предрейсовый период.

Для формирования управленческой функции безопасности судна предлагается выделить многоуровневую систему в борьбе за живучесть судна с позиции иерархического подхода, которая отвечает управленческим принципам организационной структуры судна на положениях единоначалия. Такие задачи условно можно разделить на 3 блока. В задачи первого блока входит получение

истинной, достаточной информации в условиях неопределенности посредством своевременного обнаружения угроз, их идентификацию и сопровождение в динамике развития ситуации, чтобы она не усугублялась; определение функциональных связей между иерархическими уровнями для определения направления и затрат на время при получении и передачи информации в процессе реализации информационного принципа .

Задача второго блока представляет собой разработку методов и средств для приведения системы из стохастического состояния в детерменированное управляемое состояние. Построение сценариев, логических сценариев, алгоритмов, определяющих многовариантность поведения системы в том числе и за пределом опасности.

В третьем блоке представлен принцип реализации принятых решений, позволяющий производить поиск связей взаимодействия иерархических уровней способного своевременно восстановить работоспособность судна путем применения методов соразмерных сложности решаемых задач.

Для формирования управленческой функции безопасности судна предлагается выделить многоуровневую систему в борьбе за живучесть судна с позиции иерархического подхода, которая отвечает управленческим принципам организационной структуры флота на положениях единоначалия.

Таким образом представим иерархическую структуру управления морского судна (ИСМС) (табл. Д2):

– Нулевой уровень – ограничен действиями исполнителями групп по ликвидации аварии обязанных выполнять распоряжения старшего группы; проводить герметизацию судна, эвакуировать людей, вынос раненых, постановку пластыря, заделку пробоины в корпусе судна, удаление воды из затопленных помещений; ликвидацию повреждений трубопроводов и систем образовавшихся врезультате разрушения судна; взаимодействие с береговыми пожарными командами, аварийно-спасательными подразделениями, экипажами

судов на рейде и в порту.

– Первый уровень – Старшие аварийных постов (САП) отвечают за развертывание аварийных постов по распоряжению главного командного пункта (ГКП) и руководителей командных постов (РКП) с последующим докладом о готовности к действию по их указанию.

– Второй уровень – Командиры аварийной партии (КАП) докладывают на ГКП о результатах разведкии действиях аварийной партии; организуют концентрацию у места аварии необходимого аварийного снабжения и людей для борьбы за живучесть судна а так же координирует их действия; получает план действий от ГКП и КП, вносит в него изменения с учетом условий на месте событий, и информирует об этом ГКП; организует вынос пострадавших из аварийных отсеков с последующим направлением их на медицинский пост; организует осмотр помещений, смежных с аварийным отсеком, а при необходимости приступает к работам по ликвидации аварии.

– Третий уровень – Вахтенная служба в машинном отделении и на мостике отвечает за бесперебойную работу главного двигателя и механизмов обеспечивающих движение и безопасность управления судна; постоянную устойчивую связь с берегом и работоспособность навгационного оборудования; поддержание постоянной готовности судна к любым изменениям оперативной и навигационной обстановки; контроль и выполнение указаний ГКП.

– Четвертый уровень – Руководители командных постов (РКП) осуществляют руководство ходовой вахтой и аварийными партиями (нос.,корм.,МО); оценивают размеры и характер аварии, взрывов, пожаров и повреждений технических средств и докладывают на ГКП обстановку а так же свои соображения по плану действий; определяет в соответствии с указаниями ГКП задачи аварийным партиям, ходовой вахте; координируют и обеспечивают организацию вывода из аварийных помещений всех людей к спасательным

средствам; контролировать выполнение указаний ГКП.

– Пятый уровень – Командир главного командного пункта (ГКП) осуществляет руководство всеми подразделениями экипажа по борьбе за живучесть; запрашивает и контролирует получение дополнительной помощи от судоходной компании и спасательно-координационного центра (СКЦ), осуществляет руководство аварийными партиями прибывшими на судно для оказания помощи, с предстоящей координаций их действий с экипажем в борьбе за живучесть судна; организацию и контроль подготовки и готовности экипажа к действиям по всем тревогам; командует эвакуацией экипажа при существующей угрозе гибели для людей или судна.

– Шестой уровень – Береговые структуры флота (БСФ) оперативно предоставляют информационную поддержку и ресурсы по необходимости, обеспечивают связь между всеми привлеченными участниками.. Разрабатывает план действий, вносит в него изменения с учетом условий на месте событий и информирует об этом ГКП. Координируют вопросы безопасности проведения операций. Управляют процессом обучения и тренинга по программе центра подготовки работников морского транспорта (ЦПРМТ) предусматривающей организацию: –проведения учебных тревог на судах для формирования знаний, умений и навыков персонала; –технической учебы для повышения уровня технической грамотности персонала, посредством изучения передовых методов и приемов работ, анализа допущенных нарушений инструкций, а также правил нормативных документов по охране труда и безопасности судоходства, обнаруженных при проведении контроля со стороны аудиторских проверок. Совершенствование навыков в своевременном выявлении и устранении неисправностей технических средств непосредственно в производственных условиях путем проведения практических занятий по действиям работников в условиях отказов технических средств; – командирская учеба это система мероприятий в виде совещаний, тренингов направленных на повышение

теоретического уровня и морской выучки офицеров для выработки у них твердого знания, умений и практических навыков выполнения функциональных обязанностей как в занимаемой должности, так и в должности на ступень выше;
– командно штабные учения (КШУ) как метод подготовки командиров и структурных подразделений для повышения слаженности органов управления, усвоения теории и практики организации и реализации принятых решений при различных видах чрезвычайных ситуаций, с последующим разбором действий его участников.

Изложим алгоритм повышения степени информированности ИСУМС:

этап 1. обнаружен фактор угрозы;

этап 2. оператор принимает меры по идентификации угроз путем получения точной и достаточной информации;

этап 3. производит распознавание серьезности и важности аварии;

этап 4. отслеживает развитие угроз в динамике;

этап 5. определяет на какой уровень иерархии передать информацию;

этап 6. производит поиск исполнителя для выполнения разработанных мероприятий, технологий используя наличие собственных ресурсов или путем привлечения дополнительной помощи для борьбы с потенциальной аварией.

Таблица Д2. Иерархическая структура управления морского судна

6-уровень	Береговые структуры флота	Назначенное лицо на берегу, лоцман, мед.служба, спасательно-координационный центр (СКЦ)., центр подготовки работников морского транспорта	Оперативно предоставляют информационную поддержку и ресурсы при необходимости, обеспечивают связь между всеми привлеченными участниками.. Разрабатывает план действий вносится в него изменения с учетом условий на месте событий, и информирует об этом ГКП. Координируются вопросы безопасности проведения операций. Организация обучения и тренинга по программе ЦПРМТ. Командно штабные учения (КШУ)
5-уровень	Командир главного командного пункта (ГКП)	Капитан	Осуществляет руководство всеми подразделениями экипажа по борьбе за живучесть; запрашивает и контролирует получении дополнительной помощи от судоходной компании и спасательно-координационного центра (СКЦ), осуществляет руководство аварийными партиями прибывшими на суднодля оказания помощи, координорует их действия с борьбой экипажа за живучесть судна; организацию и контроль подготовки экипажа к борьбе за живучесть судна и действия его по всем тревогам.; командует эвакуацией экипажа при существующей угрозе гибели для людей или судна.
4-уровень	Руководители командных постов (РКП)	СТМ, СПКМ, 3ПКМ	Осуществляет руководство ходовой вахтой и аварийными партиями (нос.,корм.,МО); оценивают размеры и характер аварии, взрывов, пожаров и повреждения технических средств и докладывает на ГКП обстановку соображения по плану действий;определяет в соответствии с указаниями ГКП задачи аварийным партиям, ходовой вахте; координировать и обеспечить вывод из аварийных помещений всех людей к спасательным средствам; контролировать выполнение указаний ГКП.
3-уровень	Вахтенная служба на мостике и в машинном	2мех, 3мех, 4мех, спкм, 2пкм, 3пкм	Отвечает за бесперебойную работу главного двигателя и механизмов обеспечивающих движение и безопасность судна; постоянную устойчивую связь с берегом и работоспособность навгационного оборудования, поддержание постоянной готовности судна к любым изменениям оперативной и навигационной обстановки. контролировать выполнение указаний ГКП.
2-уровень	Командир аварийной партии (КАП)	2мех, 3мех, 2пкм	Докладывает на ГКП о результатах разведкии действиях аварийной партии; концентрирует у места аварии необходимое аварийное снабжение и людей для борьбы за живучесть судна и координирует их действия; получает план действий от ГКП и КП, вносит в него изменения с учетом условий на месте событий, и информирует об этом ГКП; организует вынос пострадавших из аварийных отсеков и направляет их на медицинский пост; организует осмотр помещений, смежных с аварийным отсеком, а при необходимости приступает к работам по ликвидации аварии.
1-уровень	Старшие аварийных постов (САП)	4мех, эл.мех, врач,повар,ст. пасс.пом.кап	Старшие аварийных постов обязаны развернуть аварийные посты по распоряжению главного командного пункта (ГКП)и руководители командных постов (КП) и доложить о готовности и действовать по их указанию.
0–уровень	Исполнители группы по ликвидации аварии	Боцман, матросы, мотористы, сварщик	Исполнители группы аварийной разведки обязаны выполнять распоряжения старшего группы; проводить герметизацию судна,эвакуировать людей, вынос раненых, постановка пластыря, заделка пробоины в корпусе судна, удаление воды из затопленных помещений; ликвидация повреждений трубопроводови систем образовавшихся врезультате разрушения судна; взаимодействие с береговыми пожарными командами, аварийно-спасательными подразделениями, экипажами судов на рейде и в порту

Д.3. Ситуационный метод управления событиями в эргатических транспортных системах.

Ситуация представляет собой гомеостаз системы от энергий возмущающих событий и влияние состояния внешней среды воздействующие на объект управления, который представлен на рис. Д3.

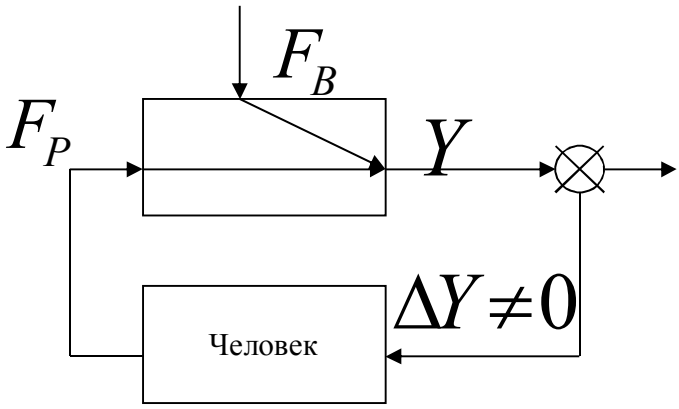

Рис. Д3. – Блок-схема взаимодействия элементов процесса создания ситуаций при управлении событиями.

Появившееся событие в виде информационной энергии являет возмущение (Fв) внешней среды на объект. На выходе из системы наступает ситуация (Y) (катастрофическая или благоприятная), которая зависит от силы событий (Fв) и силы регулируюшего воздействия от действий человека (Fр). Таким образом на выходе получается гомеостаз системы, в котором должно быть выполнено условие на выходе Y=Fв-Fр. Для наличия благоприятной ситуации необходимо обеспечить условия равенства Fв=Fр при Y=0 или Y<0, это означает, что приведенное адекватное воздействие в неадекватной ситуации формируют сиды регулирующего воздействия разума человека равноценного или выше, чем силы событий.

Пример использования ситуационного метода представлен в ввиде словестного алгоритма управления событиями для создания ситуации при угрозе отказа главного двигателя (ГД) судна:

– Этап 1 ситуация (штатная) судно маневрирует в стесненых условиях порта и движется по инерции со скоростью 7 узлов.;

шаг 1 событие ГД не пустился на реверс для погашения инерции;

шаг 2 событие появилась информация блокировка пуска ГД

– Этап 2 ситуация (неблагоприятная), судно без хода дрейфует в сторону причала;

шаг1 событие исполнены попытки пуска ГД на ДАУ;

шаг2 событие перевод управления ГД на местный пост;

шаг3 событие пуск ГД заблокирован;

– Этап 3 ситуация (угрожающая), судно без хода дрейфует в сторону причала;

шаг1 событие проводится поиск причины блокировки, оператор задействует ситуационный метод в технологии выбора решения;

– Этап 4 ситуация (критическая), судно в опасной близости к причалу;

шаг1 событие обнаружена неисправность конечника вало-поворотного устройства в системе ДАУ;

шаг 2 событие пуск ГД на реверс в ручном режиме;

шаг3 событие ГД в работе;

– Этап 4 ситуация (благоприятная), судно остановилось;

шаг1 событие стоп ГД.

Вывод: При реализации ситуационного метода управления событиями существует проблема наличия различного временного периода получения, обработки и изъятие информации операторами. В возникающих неадекватных ситуациях происходит рассогласование возмущений в управлении событиями и регулирующего воздействия. Регулирующее воздействие вырабатывается человеком нелинейно физическому процессу, и это приводит к запаздыванию, опережению и синхронности возникающим событиям. Таким образом, чтобы процесс противодействия угрозам обеспечивал синергизм управления, оператор уровня управления должен обладать навыками, которые так же может приобрести в процессе предрейсовой подготовки. Путем управления событиями создаются ситуаций формирующие быстродействие в принятии решений,

приобретении опыта, умений, понимания и навыков для противодействия возникающим угрозам

Таким образом, представленный сиуационный метод и алгоритм управления событиями, как один из механизмов обеспечения гарантированной безопасности судоходства, позволяет повысить степень информированности операторов эргатических транспортных систем.

Д.4 Методика поиска рекомендаций и корректирующих действий на основе экспертных систем в предрейсовой подготовке.

Моделирование ситуаций связанных с действиями лиц принимающих решения (ЛПР) для использования при управлении судном, планируется рассмотреть на основе теории гибких систем. Согласно методологии сценарного анализа выявляются сцены гармонизированных условий процесса управления, т.е. посредством анализа технической системы, действия операторов в процессе принятия решений направленны на поиск и выявление стратегических, тактических и оперативных направлений управления и прогноз существования возможных дефектов. Исходной теоретической моделью, является «закон муравья на дереве» предусматривающий накопление информации и переход сознания человека из будущего – в настоящее и прошлое [12]. Во многих случаях, решения исследовательских задач целиком зависят от умения обнаружить необходимый и в достаточном количестве информационный ресурс, но в тоже время его наличие не дает гарантию, что данный информационный ресурс будет реализован самым эффективным способом. Также становится целесообразным дополнительно рассмотреть систему с точки зрения принципов гарантированной безопасности [45]. В связи с этим было принято решение, вначале, исследовать пути повышения безопасности морской транспортной системы (МТС), используя методологию создания экспертных систем [15, 16, 87]. Структура интеллектуальной динамической экспертно-диагностической системы (ИДЭДС) в МТС представлена на рис. Д4.

Принцип работы системы представлен в словестном алгоритме функционирования ИДЭДС для поиска рекомендаций и корректирующих действий по возвращению МТС в устойчивое рабочее состояние в чрезвычайных ситуациях.

– этап 1. Введение в ИДЭДС полного эталонного сценария функционирования МТС из базы данных (БД) включающего множество сценариев МТС с внешнего запоминающего устройства (ВЗУ) сформированного на основе методологии сценарного прогнозирования:

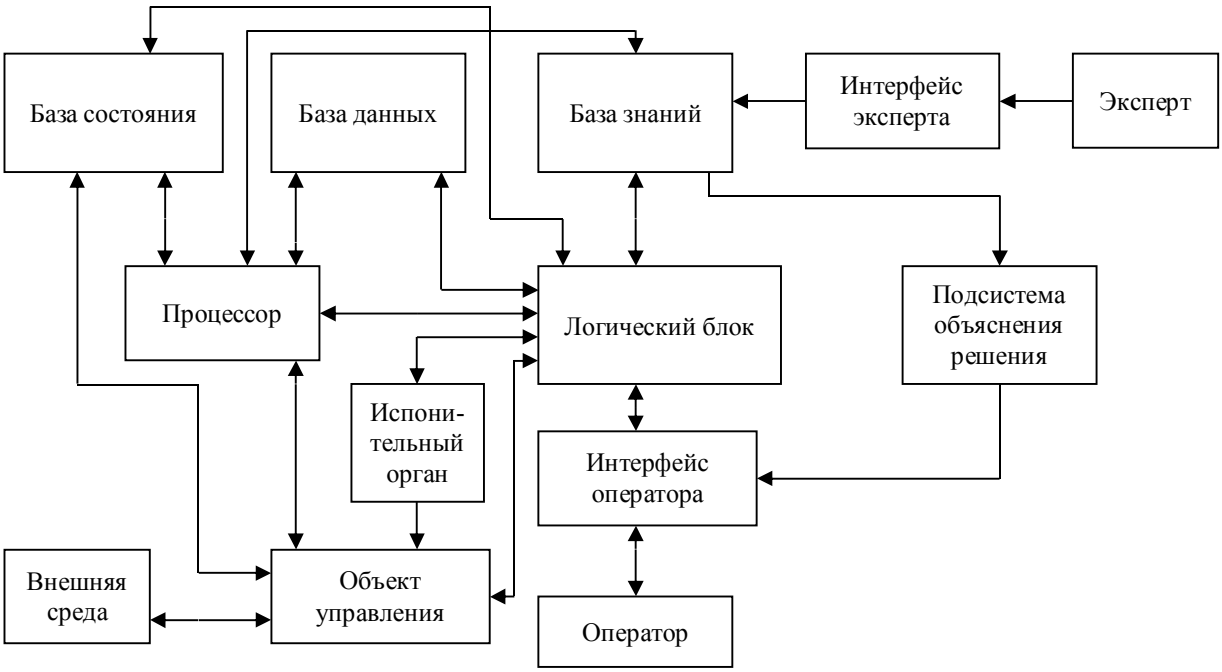

Рис. Д4 – Структурная схема интеллектуальной динамической экспертно-диагностической системы в МТС

Для практической реализации поставленных целей, разработан алгоритм, в котором, точное выполнение команд должно помочь оператору эргатических систем получать на выходе однозначные решения и давать возможность пошаговое достижение прогнозируемого результата. Следует отметить, что алгоритм действий операторов судовых эргатических систем в чрезвычайных ситуациях не работает с математическими моделями, а оперирует с образами происходящих событий.

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

ПРЕДРЕЙСОВАЯ ПОДГОТОВКА СТАРШЕГО КОМАНДНОГО СОСТАВА ПО УПРАВЛЕНИЮ СОБЫТИЯМИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Приложение Е1.

Міністерство освіти і науки України
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

РОБОЧА ПРОГРАМА

НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передрейсова підготовка вищого командного складу до керування подіями при експлуатації суден в надзвичайних ситуаціях.
(найменування навчальної дисципліни)

Доповнення до програми навчальної дисципліни

Одеса – 2015

Міністерство освіти і науки України
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор _____М.В. Міюсов
(підпис)
"____" _____20... р.

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передрейсова підготовка вищого командного складу до керування подіями при експлуатації суден в надзвичайних ситуаціях. (найменування навчальної дисципліни)

_____
(номер та назва напряму підготовки або номер і назва спеціальності)

Денна (очна) форма навчання

Таблиця 1 – Розподіл годин загального обсягу дисципліни відповідно до навчального плану спеціальності

Курс та семестр вивчення за навчальним планом	1 день	2 день	3 день	4день	5 день	Всього
Повний обсяг часу на вивчення дисципліни, в годинах	8	8	8	8	6	38
У тому числі аудиторні заняття	8	8	8	8	6	38
З них: лекційні практичні (семінарські) лабораторні	7 - -	7 - -	7 - -	7 - -	5 - -	33 - -
Види завдань та робіт (КО)контрольне опитування	КО	КО	КО	КО	КО	5КО
Обсяг часу на СРК, у годинах	1	1	1	1	1	5
Підсумкова форма контролю: З (залік), І (іспит)					З	1З

Програму навчальної дисципліни склав_____
_____
_____
(посада, прізвище, ім’я та по батькові викладача, що склав програму)

Програма розглянута та схвалена на засіданні кафедри_____
(назва кафедри)

"___"_____ 20... р., протокол №.....

Зав. кафедрою _____ /_____/
(підпис) (П.І.Б.)

Програма обговорена та схвалена на засіданні вченої ради_____
_____
(назва факультету, інституту)

"____"_____20....р., протокол №.....

Декан(Директор) _____ /_____/
(підпис) (П.І.Б.)

Начальник навчально-методичного відділу
"____" _____20....р., _____ /_____/
(підпис) (П.І.Б.)

1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1.1. Введення

Навчальна програма з курсу: «передрейсова підготовка вищого командного складу до керування подіями при експлуатації суден в надзвичайних ситуаціях» призначена для підготовки персоналу до адекватних дій внадзвичайних умовах плавання, в обов'язки яких входить експлуатація суден в обмежених портових умовах. У програму включені методи формування прийняття рішень для підвищення безпеки при забезпеченні ходкості, плавучості і пожежобезпеки суден у портових водах.

Дана програма призначена для персоналу, в обов'язки якого входить управління подіями при експлуатації суден в обмежених портових умовах. Програма відповідає вимогам Правила VI / 3 МК ПДНВ-78 з поправками,

Розділу A-VI / 3 і таблиці A-VI / 3 Кодексу ПДНВ.

Цілі і завдання дисципліни.

Мета: підвищення готовності суднових операторів для реалізації безпечної антиподії в надзвичайних ситуаціях на стадії передрейсової підготовки, і/або безпосередньо на судні перед майбутніми морськими операціями.

Курс «передрейсова підготовка вищого командного складу до керування подіями при експлуатації суден в надзвичайних ситуаціях» є добровільною дисципліною, в якій поєднані тематика експлуатаційних аспектів, технологічного розвитку та організаційно-управлінського забезпечення процесу протидії загрозам при управлінні подіями, формуванні сценарієв антіподій та їх реалізації при експлуатації судна у портових водах. На основі вивчення дисципліни досягається формування у фахівців уявлення про єдність ефективної професійної діяльності та необхідності постійного розвитку, що забезпечує досягнення гармонізованих умов процесу управління в усіх сферах морського транспорту. Висока експлуатаційна активність операторів при управлінні транспортними засобами, є основним джерелом їх стійкої аварійності. Забезпечення нововведень у всіх сегментах транспортної інфраструктури дозволяє знаходити найкращі рішення для забезпечення національної транспортної безпеки.

Вивчення даного курсу має сприяти досягненню цілей навчання і доподготовки кваліфікованих фахівців на морському транспорті. Для найбільш ефективного засвоєння знань, розумінь, умінь і набуття навичок з управління подіями при технічної експлуатацієї судна, слухачі повинні мати достатню підготовку, як в області загально-професійних дисциплін, так і в області професійної спеціалізації рівнів експлуатації та управління. У програму включені процедури підготовки судна до рейсу, управління технічной експлуатації судна. З особливою увагою розглядаються питання щодо вирішення завдань з управління подіями при: забезпечення пожежної безпеки; забезпечення непотоплюваності; забезпечення ходкості судна.

Курс підготовки поряд з технічною спрямованістю орієнтований на формування компетентності вищого командного складу для управління подіями суден в надзвичайних ситуаціях, що базується на мінімізації переходного процесу від прогнозованной надзвичайної події до штатної або екстремальної ситуації, отриманих при вивченні методологічних основ прогнозування і досягнення гарантованої безпеки системи управління сприяючого ефективному та безпечному функціонуванню морських суден. Її вивчення рекомендується

проводити за рахунок підготовки спеціалістів та магістрів на етапі передрейсової підготовки для зменьшення адаптаційного періоду пов'язаного з управлінням судна вищого командного складу.

У курсі дається уявлення про теорію жорстких і м'яких систем; розглядаються теоретичні та методологічні основи сценарного аналізу; характеризуються основні підходи для підвищення ідентифікації загрози, імовірнісний підхід для її супроводу і генерації антіподій, сценарний і графо-аналітичний підходи для створення сценаріїв аварійних подій і антіподій, вибору і прийняття рішень, розкриваються фізика експлуатаційних процесів на основі фундаментальних теоретичних знань виявлених закономірностей що входят до причинності аварій, і дає уявлення про прогнозуванні розвитку надзвичайної ситуації та перехід свідомості людини із сьогодення – в майбутнє або минуле, спрямоване на пошук, виявлення і реалізацію стратегічних, тактичних і оперативних напрямів з управлінням подіями.

Завершується вивчення курсу комплексом питань, пов'язаних з формуванням навичок з управління подіями та реалізації прийнятих рішень до адекватних дій в надзвичайних умовах плавання для адаптації операторів вищого командного складу.

2. ПРИБЛИЗНИЙ ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛІНИ

Таблица 6.4 Распределение программного материала по блокам смысловых модулей, смысловым модулям и формам контроля.

Роздел	Наименования разделов и дисциплин	Количество часов		Методика	Форма контроля
		Лекции	Сам. р.		
1.Содержание курса. Безопасность и принципы управления					
1.1	Назначение и содержание курса	1	-	Определить конечные цели и поставленные задачи программы предрейсовой подготовки.	
1,2	Приветсвие и введение в программу предрейсовой подготовки.	0,5	-	Назвать себя и коротко познакомить группу участников с курсом предрейсовой подготовки.	
Всего в разделе 1		**1,5**	-		
2. Проблемы и последствия при эксплуатации и управлении судами в адаптационный период.					
2,1	Обзор инцидентов, связанных с неготовностью персонала.	1		Привести статистику Показывающую аварии по данной проблеме.	Оценка подготовки участников до тренинга

Продовження таблиці 6.3

2,2	Криминальный кодекс Украины о морских происшествиях	1			
Всего в разделе 2		**2**			
3. Блок знанний, пониманий, умений уровня экплуатации					
3,1	Знания методов обеспечения устойчивости процесса на уровне поддержания параметров силовой установки.	2	1	Теория автоматического регулирования, теория оптимизации, теория Жестких Систем.t, P, V	Контрольные вопросы
3,2	Знания методов обеспечения управления показателями процесов энергетической установки.	2	1	Теория автоматического управления. Работа ДАУ, ДУ, АУ.Скорость, миін.расх.топл. Распределение енергий.	Контрольные вопросы
3,3	Понимание	3	1		Контрольные вопросы
3.4	Умение управлять процессами всей энергетической установки.	3	1	Инструкции	Контрольные вопросы
Всего в разделе 3		**10**			
4. Блок знаний, пониманий, умений, навыков уровня управления.					
4,1	Вибор оптимальных режимов управления энергетической установки, судна.	3			Тренажер
4,2	Управление энергопотоками	4	1		
Всего в разделе 4		**7**			
5. База данных по управлению на уровне управления.					
5,1	Знания, как управлять событиями, ресурсами.	3	1	Теория гибких систем, алгоритмы.	
5,2	Свойства событий, накопление угроз Наблюдение за событиями.	2	1	Энергетический подход	
5,3	Получение навыков для формировании сценариев антисобытий при управлении событиями.	3	1	Сценарный, ситуационный подходы.	Тренажер
Всего в разделе 5		**9**			
Итоговый контроль – аттестация – знаний, пониманий, умений, навыков об управлении событиями			1,5	Выбор сценария антисобытия близкого к эталону	Тестовая проверка и оценка на тренажере
Всего по курсу		**29,5**	**8,5**		
		38 часов			

3. АНОТАЦІЇ БЗМ ДИСЦИПЛІНИ

2. Зміст і послідовність викладу навчального матеріалу.

2.1. Зміст курсу. Безпека й принципи управління

Проблема забезпечення живучості морських суден є однією з основних в загальному комплексі безпеки плавання, охорони людського життя на морі та захисту навколишнього середовища ..

У програму включені процедури підготовки судна до рейсу, технічна експлуатація судна у портових водах. З особливою увагою розглядаються питання: заходи пожежної безпеки; забезпечення непотоплюваності; забезпечення ходкості

2.2 Проблеми і наслідки при експлуатації та управлінні судами в адаптаційний період:

2.3 Блок знань, розумінь, умінь рівня екплуатациі:

2.4 Блок знань, розумінь, умінь і навичок рівні управління:

2.5 База даних з управління на рівні управління:

Більший упор повинен бути зроблений на розробку стратегії управління при формуванні результативних рішень для протидії загроз при експлуатації судном у портових водах.

Курс розрахований на 38 аудиторних годин протягом одного тижня.

Особи, які закінчили цей курс, у разі появи неадекватних ситуацій при управлінні судна повинні вміти взяти на себе командування та управління діями в боротьбі за живучість судна, використовуючи ті методи, яким вони були навчені.

4. ВИМОГИ ДО МІНІМАЛЬНИХ ЗНАНЬ І УМІНЬ СЛУХАЧІВ.

В результаті вивчення дисципліни слухач повинен знати:

– Знання методів забезпечення стійкості процесу на рівні підтримки параметрів силової установки;

– Знання методів забезпечення управління показниками процесів енергетичної установки;

– Знання моделі і методів з управління подіями, ресурсами.

– Знання основні концепції гарантованої безпеки;

– Знання властивостей подій, накопичення загроз.

– Знання методів спостереження за подіями.

– Знання моделі і методу сценарного прогнозування;

Слухач повинен вміти:

– Формалізовано описувати проект як об'єкт управління;

– Вміння підтримки параметрів процесів, що відбуваються всієї енергетичної установки;
– Вміння вибору оптимальної режимів управління енергетичної установки, судна.ідентіфіціровать й аналізувати ризики інноваційних проектів і формувати підходи до управління цими ризиками;
– Застосовувати сценарії для управління процесами;
– Розробляти, аналізувати і представляти стратегічні рішення для протидії загрозам;
Спеціаліст повинен володіти навичками:
-Отримання навичок управління судном в екстремальних умовах портових вод.
– Отримання навичок для формування сценаріїв і управління подіями

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ УСПІШНОСТІ НАВЧАННЯ З ДИСЦИПЛІНИ

Контрольне опитування

Оцінка знань і навичок управління

По закінченні підготовки проводиться підсумковий контроль – залік.
Кожен навчаний у письмовій формі відповідає на запитання тестового завдання. Слухачам, що успішно склали залік, видається сертифікат встановленого зразка.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

АКТЫ ОТ ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Приложение Ж1

ЗАТВЕРДЖУЮ

Генеральний директор дочірнього
підприємства корпорації "В.Шіпс",
"В.Шіпс (Україна)"
к.д.п., к.т.н.
І.В.Сафін

" 11 " 06 2015 р.

А К Т

про впровадження результатів дисертаційної роботи
Обертюра К.Л. на тему "Підвишення безпеки експлуатації суден
методами управління подіями."

Цим актом підтверджується впровадження наступних результатів кандидатської дисертації Обертюра К.Л. в роботу навчально-тренажерного центру ДП «В.Шіпс Україна»:

- методики передрейсової підготовки та навчання командного складу екіпажів суден в рейсах, яка збільшила ефективність прийняття адекватних рішень в позаштатних ситуаціях на 20%;
- сценарії протидії втраті маневреності судна у дуже стислих умовах акваторії порту;
- алгоритми адекватних дій команди судна під час виникнення пожежі та втраті запасу плавучості;
- алгоритм вибору типу реверсування головним двигуном судна при загрозі зіткнення з перешкодою.

Впровадження запропонованих заходів на протязі двох років знизило рівень аварійних загроз від неадекватних дій суднових команд на 12÷15%.

Керівник
навчально-тренажерного
центру ДП«В.Шіпс Україна»
к.д.п. Г.В. Кухарчік

Інструктор
навчально-тренажерного
центру ДП«В.Шіпс Україна»
старший механік А.В.Костенко

Інструктор
старший механік В.М. Сребний

Приложение Ж2

УКРАЇНА

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ УКРАЇНИ

СВІДОЦТВО

про реєстрацію авторського права на твір

№ 58687

Наукова стаття "Разработка логического алгоритма интеллектуальной экспертной системы поддержки принятия решений операторами по управлению борьбой с пожарами на морском судне"

(вид, назва твору)

Автор(и) Обертюр Костянтин Леонідович, Сафін Ігор Вікторович

(повне ім'я, псевдонім (за наявності))

Дата реєстрації 17.02.2015

Державна служба інтелектуальної власності України
Ідентифікаційний код 37552556
М.П.

Голова Державної служби інтелектуальної власності України
А.Г. Жарінова

Приложение Ж3

ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший проректор ОНМА

д.ю.н., професор

_____ О.М. Шемякін

«15» 06 _____2015р.

АКТ

про впровадження результатів дисертаційной роботи аспіранта Обертюра Костянтина Леонідовича на тему «Підвищення безпеки експлуатації суден методами управління подіями».

Ми, що нижче підписалися, начальник навчального відділу ПархоменкоМ.М., професор кафедри технічної експлуатації флоту д.т.н., проф. Онищенко О.А. склали цей акт в тому, що у період 2013-2015 р.р. результати кандидатської дисертації Обертюра К.Л. впроваджені при викладанні дисциплін з:

- методології наукових досліджень – сценарні методи дослідженнь;
- технична експлуатація суднових енергетичних установок - управління позаштатною ситуацією з відмовою реверсу судна.

Начальник навчального відділу М.М. Пархоменко

Професор кафедри технічної експлуатації флоту д.т.н., професор О.А. Онищенко

Приложение Ж4

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор по науковій роботі Одеської національної морської академії д.т.н., професор

В.А. Голіков

“ 17 ” 06 2015 р.

А К Т

про впровадження результатів дисертаційної роботи Обертюра К.Л. на тему “Підвищення безпеки експлуатації суден методами управління подіями ”в наукових дослідженнях, які виконуються в академії

Ми, що нижче підписались, начальник науково-дослідної частини академії Савчук В.Д., провідний фахівець Фірсанова О.О. склали цей акт у тому, що результати дисертаційної роботи Обертюра К.Л. ввійшли складовою частиною в звіт по науково-дослідній роботі “Теоретичні основи гарантованої безпеки судноплавства в територіальному морі, внутрішніх водах та портах України ”, розділ 7 (№ ДР 0110U000281).

Начальник науково-дослідної частини ОНМА, к.т.н., с.н.с., професор — В.Д. Савчук

Провідний фахівець — О.О.Фірсанова