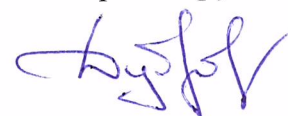


**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и
благополучия человека**

На правах рукописи



ДУБРОВСКАЯ Екатерина Николаевна

**ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СУДОВОЙ СРЕДЫ ЭКИПАЖА
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПАССАЖИРСКИХ СУДОВ
СМЕШАННОГО ТИПА**

3.2.1. Гигиена

Диссертация

на соискание ученой степени кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук, профессор
Копытенкова Ольга Ивановна

Санкт-Петербург – 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1 ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ УСЛОВИЯ СУДОВОЙ СРЕДЫ ЭКИПАЖА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПАССАЖИРСКИХ СУДОВ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	15
1.1 Организация контроля факторов судовой среды членов экипажа автоматизированных пассажирских судов смешанного типа плавания	16
1.2 Характеристика условий судовой среды на автоматизированных судах смешанного типа на современном этапе	18
1.3 Изменение психофизиологических и гемодинамических показателей у членов экипажа в течение навигационного периода	21
ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ, МЕТОДЫ И ОБЪЕМ ИССЛЕДОВАНИЙ	27
ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ И АНАЛИЗА ОСОБЕННОСТЕЙ УСЛОВИЙ ТРУДА И ОТДЫХА ЧЛЕНОВ ЭКИПАЖА, ЗАДЕЙСТВОВАННЫХ В УПРАВЛЕНИИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМИ СУДАМИ СМЕШАННОГО ТИПА.....	42
3.1 Гигиеническая оценка и анализ виброакустических факторов производственной и общесудовой среды членов экипажа.....	43
3.2 Гигиеническая оценка и анализ воздействия электромагнитных полей на судах	47
3.3 Гигиеническая характеристика освещения на судах смешанного типа	56
3.4 Гигиеническая характеристика параметров микроклимата на судах смешанного типа.....	57
3.5 Гигиеническая оценка тяжести и напряженности труда на судах смешанного типа.....	58
ГЛАВА 4 ХАРАКТЕРИСТИКА ДИНАМИКИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗДОРОВЬЯ ЧЛЕНОВ ЭКИПАЖА, ЗАНЯТЫХ УПРАВЛЕНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМИ ПАССАЖИРСКИМИ СУДАМИ СМЕШАННОГО ТИПА	61
4.1 Анализ субъективной оценки здоровья членов экипажа в навигационный период.....	61
4.2 Результаты исследования психофизиологических показателей здоровья членов экипажа в течение навигационного периода	70
ГЛАВА 5 РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ РИСКА ЗДОРОВЬЮ ЧЛЕНОВ ЭКИПАЖА, ЗАНЯТЫХ УПРАВЛЕНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМИ ПАССАЖИРСКИМИ СУДАМИ СМЕШАННОГО ТИПА	87
5.1 Априорная оценка профессионального риска.....	87
5.2 Апостериорная оценка профессионального риска.....	88
5.3 Количественная оценка вероятности развития профессиональных заболеваний	89
ГЛАВА 6 ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА СОХРАНЕНИЕ ЗДОРОВЬЯ ЭКИПАЖА	94
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	106
ВЫВОДЫ.....	117
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	121
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ.....	124
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	125
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	127
ПРИЛОЖЕНИЕ Акты внедрения результатов диссертационного исследования в практическую деятельность	150

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

За последние годы в практику проектирования судов, судостроения и судовождения внедряются самые передовые достижения науки и техники, используются новейшие технологии. Внедрение современных автоматизированных систем управления приводит к сокращению штата экипажа, расширению круга функциональных обязанностей плавсостава и совмещению профессий. Условия труда экипажа автоматизированных пассажирских судов смешанного типа характеризуются наличием неустранимых неблагоприятных факторов (вахтенный режим работы, шум, вибрация, качка, недостаток освещения, электромагнитные поля, напряженность и тяжесть труда) [7, 13, 18, 22, 29, 36, 43, 69, 102, 103, 112]. В отсутствии научно обоснованных режимов труда и отдыха при минимальном укомплектовании штата автоматизированных судов нагрузка на экипаж существенно возрастает и, как следствие, наблюдается развитие изменений функционального состояния организма, отрицательно влияющих на снижение надежности членов экипажа, задействованных в управлении судами, и безопасности рейсов [30, 40, 41, 98, 105].

Под профессиональной надежностью экипажа понимают способность в течение определенного времени работать «без отказов», то есть без ошибок в управлении транспортным средством, без нарушений правил и алгоритмов при заданных условиях деятельности [17, 71, 75]. Достижение безошибочного и своевременного выполнения отдельных действий и деятельности в целом является результатом надежного функционирования различных систем организма и психоэмоционального состояния работников [4, 10, 26, 33, 86]. Согласно сведениям Министерства транспорта Российской Федерации (Ространснадзора) об аварийности с судами на море и внутренних водных путях за период с 2021 года по 2025 год количество транспортных происшествий (инцидентов) на ВВП ежегодно увеличивается, в том числе с пассажирскими судами. В 2021 году

пассажирский сегмент составлял около 11 % от общего числа происшествий, за 9 месяцев 2025 года – 31,3 % [81]. Анализ причин навигационных аварийных ситуаций свидетельствует об их связи, прежде всего, с человеческим фактором [21, 25]. Практически все аварийные ситуации, отнесенные по виду к навигационным, явились следствием невыполнения экипажами и/или судовладельцем нормативных документов, регламентирующих безопасность мореплавания [5, 19, 101].

Степень разработанности темы исследования

Комплекс факторов, объединенных интегральным понятием «судовая среда», действует на организм членов экипажа в течение всего периода их пребывания на судне и вызывает функциональные изменения в организме, что может привести к развитию патологических состояний [30, 46, 84]. Для различных видов судов в этот комплекс факторов входят шум и вибрация, электромагнитные излучения широкого спектра частот, качка, гидродинамические удары, микроклимат служебных помещений [11, 50, 53, 70, 114]. При этом личный состав судна подвергается воздействию одних факторов постоянно (условия размещения, микроклимат помещений, шум и т.д.), а других (электромагнитные излучения, морская качка и др.) – периодически [37, 101, 119, 137, 153].

Существенные изменения на морском и речном флоте в последние десятилетия связаны с развитием автоматизированных систем управления судном, компьютерных технологий и спутниковой навигации. Становится ведущим информационный компонент труда с высоким уровнем профессионально обусловленного нервно-эмоционального напряжения [25, 83, 105, 118, 144].

Особенности трудовой деятельности судовых специалистов предъявляют повышенные требования к психофизиологическому отбору и профессиональной подготовке плавсостава [12, 23, 38, 42, 48, 88].

Анализ научной литературы указывает на необходимость комплексного изучения факторов, воздействующих на членов экипажей, занятых управлением

автоматизированными пассажирскими судами в период навигации, что определило цель, задачи, структуру и содержание настоящего исследования.

Цель исследования – комплексная гигиеническая оценка условий судовой среды членов экипажей, занятых управлением автоматизированными пассажирскими судами смешанного типа, для обоснования профилактических мероприятий, направленных на снижение риска здоровью.

Задачи исследования:

1. Провести гигиеническую оценку условий труда и отдыха членов экипажа, занятых управлением автоматизированными пассажирскими судами смешанного типа.

2. Определить приоритетные факторы судовой среды, влияющие на профессиональную надежность членов экипажа, занятых управлением автоматизированными пассажирскими судами смешанного типа.

3. Выполнить оценку и анализ изменений функционального состояния организма членов экипажа, занятых управлением автоматизированными пассажирскими судами смешанного типа в период навигации.

4. Дать характеристику риска утраты здоровья в результате профессиональной деятельности членов экипажа, занятых управлением автоматизированными пассажирскими судами смешанного типа.

5. Разработать гигиенические рекомендации по профилактике нарушений здоровья, связанных с условиями труда членов экипажа автоматизированных пассажирских судов смешанного типа.

Научная новизна исследования

В ходе исследования получены следующие основные результаты, которые характеризуются научной новизной:

– выполнена количественная оценка дозы шума и вибрации, накопленной в течение навигационного периода (6 месяцев), на основе использования предложенного и апробированного подхода к анализу воздействия виброакустических факторов судовой среды в условиях непрерывного

(круглосуточного) воздействия на автоматизированных пассажирских судах смешанного типа;

– доказано, что изменения функционального состояния организма членов экипажа, занятых управлением автоматизированными пассажирскими судами смешанного типа, при круглосуточном воздействии виброакустических факторов и напряженности трудового процесса (функциональное состояние ЦНС, показатели гемодинамики, умственной и физической работоспособности) в период навигации, приводят к формированию производственно обусловленных заболеваний сердечно-сосудистой системы и опорно-двигательного аппарата;

– для оценки электромагнитной обстановки на судах впервые обоснованы и разработаны методы расчета уровней магнитных полей частотой 50 Гц, создаваемых электрооборудованием в судовых помещениях и электромагнитных полей радиочастотного диапазона, антеннами средств радиосвязи и навигационными радиолокационными станциями на открытых палубах судов различного назначения;

– впервые дана количественная оценка вероятности развития профессионально обусловленных заболеваний сердечно-сосудистой системы и опорно-двигательного аппарата членов экипажа автоматизированных пассажирских судов смешанного типа; доказана математическая зависимость вероятности развития профессионально обусловленных заболеваний от стажа и условий труда и отдыха, связанных с круглосуточным пребыванием в судовой среде.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость исследования заключается в получении новых знаний в области механизмов формирования производственно обусловленных заболеваний членов экипажа. Расширены представления о характере воздействия комплекса факторов судовой среды на организм плавсостава с учетом круглосуточного воздействия в течение навигационного периода. Выявлены и количественно оценены характеристики связи производственно обусловленных заболеваний сердечно-сосудистой системы и опорно-двигательного аппарата с

условиями судовой среды. Идентифицирован компонент вибрационного воздействия (качка) как фактора, усугубляющего негативное воздействие на организм членов экипажа. Изучена динамика психофизиологических показателей здоровья членов экипажа, занятых управлением автоматизированными пассажирскими судами смешанного типа. Усовершенствован методический подход к оценке электромагнитной безопасности на судах. Получена новая система знаний в области подходов к гигиенической оценке судовой среды и обоснования профилактических мероприятий, направленных на профессиональное долголетие членов экипажа.

Практическая значимость работы заключается в методическом обеспечении деятельности Роспотребнадзора при гигиенической оценке судовой среды для принятия обоснованных управленческих решений с целью сохранения здоровья плавсостава. Разработанные новые методические подходы к гигиенической оценке судовой среды вносят вклад в процедуру оценки риска здоровью членов экипажа, задействованных в управлении автоматизированными пассажирскими судами смешанного типа, что повышает точность прогнозных оценок. Определены перспективы использования методических подходов к оценке круглосуточного воздействия судовой среды на членов экипажа в практике ее гигиенической оценки. Разработанный алгоритм расчета и прогноза индивидуального риска снижения профессиональной надежности на основе наблюдения за здоровьем работающих и оценки условий судовой среды, расширяет границы применимости результатов и обеспечивает получение оперативной информации о возможных последствиях влияния судовой среды в навигационный период на здоровье членов экипажа для своевременного обоснования профилактических мероприятий, направленных на сохранение их профессионального долголетия. Выявленные закономерности динамики психофизиологического состояния членов экипажа в течение навигационного периода формируют научную основу разработки приоритетных профилактических мероприятий. Обоснованный пороговый стаж работы, при превышении которого достоверно возрастает риск формирования патологии

сердечно-сосудистой системы и опорно-двигательного аппарата, позволяет дифференцировать подходы к организации медицинских осмотров, планированию профилактических мероприятий и принятию кадровых решений в зависимости от стажевой группы работника. Разработана и внедрена информационно-коммуникационная технология оценки условий труда работников, управляющих транспортными средствами.

Разработаны основные этапы и условия расчетного прогнозирования уровня электромагнитных полей на судах и измерения электрических, магнитных и электромагнитных полей на судах и морских сооружениях и алгоритм расчета напряженности магнитного поля частотой 50 Гц, создаваемого судовым электрооборудованием, что повышает достоверность результатов оценки электромагнитной обстановки на судах.

Методология и методы исследования

В основу исследования положен анализ взаимосвязей в системе «судовая среда – здоровье членов экипажа». Численность выборки для обеспечения репрезентативности результатов определена по формуле А.М. Меркова – Л.Е. Полякова. Методы исследования включают: идентификацию, измерение и оценку факторов рабочей среды и трудового процесса; исследование психофизиологического и функционального состояния организма членов экипажа с помощью компьютерного комплекса для проведения психофизиологических и психологических тестов «НС-Психотест» (Нейрософт, Россия) и устройства психофизиологического тестирования УПФТ-1/30 «Психофизиолог» (Медиком МТД, Россия), статистическую обработку результатов; оценку риска здоровью.

Формирование баз данных, параметрические и непараметрические методы статистической обработки выполнены в программных комплексах Excel 14.0 и STATISTICA ver. 10.

Положения, выносимые на защиту

1. Особенности условий труда и отдыха членов экипажа, задействованных в управлении автоматизированными пассажирскими судами смешанного типа, являются: круглосуточное воздействие неустраняемых

виброакустических факторов, превышающих гигиенические нормативы по величине накопленной дозы шума на 8-11 дБА и вибрации на 16 дБ (с учетом качки) за период навигации, сочетающееся с высоким уровнем напряженности и тяжестью трудового процесса.

2. Одним из ведущих факторов судовой среды являются электромагнитные поля широкого диапазона частот. Контроль электромагнитной обстановки необходимо проводить с использованием разработанных инструментальных, расчетных методов и программного обеспечения.

3. Профессиональный риск здоровью членов экипажа, управляющих автоматизированными пассажирскими судами смешанного типа, реализуется в виде заболеваний сердечно-сосудистой системы в результате психоэмоционального напряжения в течение навигационного периода особенно при работе в ночные смены в сочетании с гиподинамией и воздействием виброакустических факторов, превышающих гигиенические нормативы; заболеваний опорно-двигательного аппарата в результате воздействия низкочастотной вибрации и качки. Пороговый стаж работы, при превышении которого достоверно возрастает риск формирования патологии сердечно-сосудистой системы, составляет 22-23 года, опорно-двигательного аппарата – 24-25 лет.

4. Реализация профилактических мероприятий, направленных на снижение интенсивности неблагоприятного воздействия факторов судовой среды, позволит снизить класс условий труда с 3.2 (вредный 2 степени) до 3.1 (вредный 1 степени) и вероятность развития заболеваний сердечно-сосудистой системы на 14,2 %, опорно-двигательного аппарата на 16,7 %.

Степень достоверности и апробация результатов

Диссертационное исследование выполнено в рамках научно-исследовательских работ на базе ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья»: «Совершенствование санитарно-эпидемиологического надзора за источниками электромагнитных полей на судах» 2020-2021 гг. (номер государственной регистрации: АААА-А20-120021390018-3), «Совершенствование

санитарно-эпидемиологического надзора за источниками электромагнитных полей на судах» 2023 г. (номер государственной регистрации: 123031000062-0), «Оценка и прогнозирование риска профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний работников старших возрастных групп (предпенсионного и пенсионного возраста)» 2023-2025 гг. (номер государственной регистрации: 123031000053-8).

Обоснованность и достоверность полученных результатов, сформулированных положений, выводов и рекомендаций обеспечено комплексным анализом существующих научных публикаций по рассматриваемой тематике исследования. Использованием системного подхода при разработке дизайна исследования, репрезентативного объема выборки автоматизированных пассажирских судов смешанного типа (проект 302) – 5 судов; численности членов экипажа, задействованных в управлении автоматизированными пассажирскими судами смешанного типа – 64 человека; 18 819 ед. наблюдения по 9 факторам судовой среды и трудового процесса; 64 анкеты (2 880 ед. наблюдения); 15 фотофиксаций рабочего дня (4 050 ед. наблюдения); объемом психофизиологических исследований (29 696 ед. наблюдения по 8 группам показателей).

Результаты получены на сертифицированном и поверенном оборудовании, с применением современных методик измерений, адекватных цели и задачам исследования, современных методов их статистической обработки. Показана воспроизводимость результатов. Полученные результаты не противоречат опубликованным данным научной литературы по теме диссертации. Проанализировано более 55 тыс. ед. информации.

Основные результаты и положения диссертации представлены и обсуждены на I Национальном конгрессе с международным участием по экологии человека, гигиене и медицине окружающей среды «СЫСИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2020», 19 – 20 ноября 2020 г., Москва; XIII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора «Современные проблемы эпидемиологии, микробиологии и гигиены», 15 – 17 сентября 2021 г.,

Екатеринбург; научно-практической конференции молодых научных работников «Гигиена, токсикология, экология и профпатология: современные пути решения актуальных проблем», 29 сентября 2021 г., Санкт-Петербург; XVI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения», 25 – 27 ноября 2021 г., Санкт-Петербург; Международной научно-практической конференции «Теоретические и практические аспекты формирования и развития «Новой науки», 17 января 2022 г., г. Воронеж; 4-м Международном Молодежном Форуме «Профессия и Здоровье», 5 – 7 июля 2022 г., Светлогорск; Научно-практической конференции молодых научных работников «Гигиена, токсикология, экология и профпатология: современные пути решения актуальных проблем - 2022», 30 сентября 2022 г., Санкт-Петербург; XVII Конгрессе «Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения», 23 – 26 ноября 2022 г., Санкт-Петербург; Всероссийской научно-практической интернет-конференции с международным участием «Проблемы гигиенической безопасности и профилактики нарушений трудоспособности у работающих», 29 – 30 ноября 2023 г., Нижний Новгород; V Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы промышленной и морской медицины, посвященной 80-летию со дня рождения профессора Виталия Васильевича Довгуши», 3 – 4 апреля 2024 г., Санкт-Петербург; Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы гигиены и профпатологии, посвященной 100-летию ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 24 – 25 октября 2024 г., Санкт-Петербург; конференции молодых ученых и специалистов «Современные подходы к обеспечению гигиенической, санитарно-эпидемиологической и экологической безопасности на транспорте», 17 января 2025 г., Москва; 17-м Международном форуме по освоению ресурсов нефти и газа Российской Арктики и континентального шельфа стран СНГ «RAO/CIS Offshore 2025», 07 – 10 октября 2025 г., Санкт-Петербург.

Работа апробирована на расширенном заседании отдела физических факторов ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» (Протокол № 1 от 20.01.2026).

Внедрение результатов исследования

Основные этапы и условия расчетного прогнозирования уровня электромагнитных полей на судах и измерения электрических, магнитных и электромагнитных полей на судах и морских сооружениях положены в основу методических указаний федерального уровня: МУК 4.3.3831-22 «Расчетное прогнозирование уровней электромагнитных полей на судах» (введены впервые) и МУК 4.3.4035-24 «Измерение электрических, магнитных и электромагнитных полей на судах и морских сооружениях» взамен МУК 4.3.3214-14 «Измерение и оценка электрических, магнитных и электромагнитных полей на судах и морских сооружениях».

Результаты диссертационной работы внедрены:

— в научно-исследовательскую деятельность Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт гигиены транспорта Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия населения» (ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора) при проведении научно-исследовательских работ в области гигиены на транспорте, научном обосновании и внедрении медико-профилактических мероприятий по охране здоровья и санитарно-эпидемиологического обеспечения на транспорте, разработке научно-методического обеспечения в вопросах гигиены на транспорте (акт внедрения от 18.09.2025);

— в практическую деятельность филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Санкт-Петербург и Ленинградской области» на транспорте в процессе санитарно-эпидемиологического надзора на водном транспорте, обеспечения достоверности оценки электромагнитной обстановки на современных автоматизированных судах в рамках контрольно-надзорной деятельности (акт внедрения от 12.12.2025);

– в образовательный процесс по направлению подготовки 26.05.07 - Эксплуатация судового оборудования и средств автоматики в дисциплину «Электрорадионавигационные системы и приборы», а также по направлению подготовки 25.05.03 – Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования в дисциплину «Спутниковые системы навигации, связи и наблюдения мониторинга» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова» (ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова») (акт внедрения от 05.12.2025).

Личный вклад автора

Автор принимал непосредственное участие на всех этапах работы: разработка дизайна исследования, составление рабочего плана и программы исследований, анализ литературных источников, обоснование выбора методов исследования, организация и проведение измерений физических факторов и факторов трудового процесса для гигиенической оценки условий труда, разработка и представление к утверждению и регистрации методических указаний по методам контроля, оформление объектов интеллектуальной собственности, формирование алгоритма и отладка программы для ЭВМ, проведение анкетирования, оценка психофизиологического и функционального состояния членов экипажа; создание базы данных для оценки риска нарушения здоровья работников; обобщение, анализ и интерпретация полученных результатов исследования, формулирование основных положений, выводов и практических рекомендаций. Доля участия автора в сборе информации – 90 %, в обработке и анализе результатов – 100 %.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 20 научных работ, в том числе 4 статьи в журналах, входящих в перечень научных рецензируемых изданий, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, относящихся к категории К1, аккредитованных по

специальности 3.2.1. Гигиена, получен 1 патент на промышленный образец, 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ, 2 свидетельства о государственной регистрации баз данных.

Структура и объем диссертации

Работа изложена на 155 страницах машинописного текста, содержит 41 таблицу, 15 рисунков. Диссертация включает введение, шесть глав собственных исследований, заключение, выводы, практические рекомендации, перспективы дальнейшей разработки темы, список литературы. Библиографический указатель литературы содержит 157 источников, из них 114 российских и 43 зарубежных.

ГЛАВА 1 ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ УСЛОВИЯ СУДОВОЙ СРЕДЫ ЭКИПАЖА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПАССАЖИРСКИХ СУДОВ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Гигиеническая оценка судовой среды экипажа современных автоматизированных пассажирских судов смешанного типа (река-море) плавания представляет собой комплексную научную проблему [36, 70, 112, 114].

Международные организации: ВОЗ (WHO), МОТ (ILO), ИМО (IMO), ИСО (ISO) уделяют значительное внимание вопросам создания на судах условий, способствующих сохранению здоровья членов экипажа. Требования к условиям производственной среды, жилым помещениям, условиям отдыха и питанию на борту судна, к медицинскому и социально-бытовому обслуживанию экипажа установлены в санитарных правилах, документах МОТ [27, 49, 77, 96, 111].

Инструкция МОТ устанавливает общие принципы оценки опасностей и рисков, меры предотвращения и защиты, наблюдение за здоровьем работников, предотвращение рисков и т.д. [111]. Международная конвенция дополнительно определяет требования, связанные с организацией рабочих мест, организации вахты, необходимости оценки всех идентифицированных рисков, связанных с судами, персоналом и окружающей средой [49].

Внедрение современных технологий на судах и автоматизация судовождения сопровождается совмещением профессий и сокращением численности плавсостава [11, 28, 37].

В России принят Федеральный закон от 31 июля 2020 г. № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации». В соответствии с законом, разработку обязательных требований в области санитарно-эпидемиологического законодательства при эксплуатации судов необходимо осуществлять с учетом рисков возникновения неблагоприятных ситуаций и степени вероятного нанесенного ущерба [97]. В

санитарных правилах СП 2.5.3650-20 содержатся общие требования к системам жизнеобеспечения, обустройству жилых и рабочих зон, физическим факторам судовой среды судов внутреннего и смешанного (река-море) плавания [108]. Допустимые уровни электромагнитных полей судовой среды представлены в СанПиН 1.2.3685-21 [99]. Эксплуатация судна не допускается при отсутствии на судне судового санитарного свидетельства о праве плавания, подтверждающего соответствие судна санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям [99, 108]. Порядок выдачи судового санитарного свидетельства о праве плавания судна представлен в МР 2.5.0245-21 [56, 57].

1.1 Организация контроля факторов судовой среды членов экипажа автоматизированных пассажирских судов смешанного типа плавания

Развитие современной морской техники идет в направлении все более широкого применения интеллектуальных технологий, внедрения интегрированных систем автоматического управления судовыми процессами, при которых функции управления судном и его оборудованием, ранее выполнявшиеся человеком, передаются приборам и техническим устройствам. Автоматизация судовождения существенно изменила условия и характер труда судоводителей. Ведущим становится информационный компонент труда с высоким нервно-эмоциональным напряжением, требующим большой концентрации и мобилизации психофизиологических резервов и адаптивных возможностей организма. С внедрением средств автоматизации на судах возросло число жалоб моряков на усталость [37, 128, 133]. С усталостью напрямую связано утомление, проявляющееся нарушением работоспособности, снижением чувствительности организма к воздействию неблагоприятных факторов, ускоренным старением организма и повышением риска хронических заболеваний [138, 153]. Это не может не сказаться на безопасности судоходства.

Основными особенностями условий труда членов экипажа, задействованных в управлении автоматизированными пассажирскими судами смешанного типа (река-море) плавания, являются: круглосуточное воздействие шума и вибрации, качка, нестабильные параметры микроклимата и освещения, периодическое воздействие электромагнитных полей, вахтенный режим работы, который проявляется сменной работой в дневное и ночное время суток, нарушение циркадных ритмов, ненормированный рабочий график, дефицит сна, длительное пребывание на ограниченном пространстве, разрыв социальных связей и возможный психологический дискомфорт [15, 34, 38, 39, 87, 140, 146].

Европейское агентство по безопасности на море (EMSA), исследователи из стран ЕС (Швеция) и Азии (Япония, Корея) фокусируют внимание на концепции «человеческого фактора». В этом случае анализируют вопросы когнитивной нагрузки, принятия решений в условиях стресса, ситуационной осведомленности на мостике с интегрированными компьютерными системами (IBS). Изучают риски потери навыков ручного управления из-за чрезмерной автоматизации [124, 129, 131, 134, 154].

Исследования физических факторов судовой среды показывают, что на судах смешанного плавания факторы имеют сочетанный и комбинированный характер. Низкочастотная вибрация, проникающая в жилые и рабочие помещения, усугубляет действие шума от энергетических установок и общесудовых систем [114, 157]. Гигиенические нормативы уровней воздействия факторов регламентированы в СП 2.5.3650-20, СанПиН 1.2.3685-21, ранее по СанПиН 2.5.2-703-98 [99, 100, 108].

Таким образом, основное внимание при оценке судовой среды уделяется детальной инструментальной и лабораторной диагностике и сравнению полученных результатов с гигиеническими нормативами. В программу исследований включают классические гигиенические и психофизиологические методы. Основным недостатком является реактивная оценка, то есть осуществляется оценка уже построенного судна. В отличие от зарубежного подхода, когда используется проактивная оценка, то есть эргономисты и

психологи участвуют на этапе проектирования судна [28, 130, 131, 135, 139, 145, 151, 152].

1.2 Характеристика условий судовой среды на автоматизированных судах смешанного типа на современном этапе

Внедрение автоматизации и цифровизации на морском флоте, особенно на судах смешанного типа, приводит к изменению профиля профессиональных рисков для плавсостава за счет не только традиционных вредностей, но и новых эргономических, психосоциальных и организационных факторов судовой среды [19, 123, 136, 156].

Анализ отечественной и зарубежной научной литературы позволил определить основные особенности современных условий судовой среды на автоматизированных судах смешанного типа, перечисленных ниже [7, 19, 109, 138, 142]. Сокращение численности экипажа и увеличение объема задач приводят к совмещению профессий и выполнению функций, ранее распределенных между несколькими членами экипажа (навигация, техническое обслуживание, грузовые операции, администрирование). Отмечается повышение когнитивной нагрузки, когда работа требует постоянного мониторинга сложных компьютерных систем, анализа большого объема данных и быстрого принятия решений. Наблюдается сохранение неблагоприятного воздействия шума и вибрации. Акцент смещается на низкочастотный шум и вибрацию от работы механизмов, которые могут вызывать дискомфорт и усталость [5, 38, 116, 118, 119].

При оценке условий труда на судах основное внимание уделяется традиционным факторам. К ним относятся: химические факторы (пары топлива, отработанные газы, выбросы из систем очистки газов), формирующие качество воздуха в рабочих зонах (ECR, IBS); шум и вибрация; параметры микроклимата (температура, влажность, скорость движения); параметры световой среды

особенно в ночное время; визуальная нагрузка (яркость экранов, блики, недостаточное или чрезмерное освещение в рубке) [31, 32, 115, 120, 122, 126, 132, 142, 147].

При оценке факторов трудового процесса внимание обращается на такие особенности труда, как длительное нахождение перед мониторами, что приводит к риску развития мышечно-скелетных дорсопатий, особенно в шейном отделе, плечевом поясе, спине. У судоводителей сохраняется тяжесть труда, так как управление осуществляется постоянно в вертикальном положении (в условиях гиподинамии при фиксированной позе) [4, 6, 33, 36, 47, 130, 148, 156].

Дополнительными факторами условий судовой среды являются психосоциальные и организационные факторы. К ним относятся бдительность в условиях монотонии, так как автоматизация рутинных задач в условиях монотонии в критические моменты (судовождение в узкостях, нештатные ситуации) требует предельной концентрации и быстрого принятия решений. Эта «парадоксальная» нагрузка – высокий риск ошибки из-за потери внимания с последующей необходимостью резкой мобилизации значительно увеличивает напряженность трудового процесса судоводителей. Важными факторами являются стресс и ответственность. Меньшее число членов экипажа несут большую ответственность за жизнь и здоровье пассажиров, окружающую среду, состояние судна. Это формирует хронический стресс, усугубляемый необходимостью постоянного освоения нового оборудования. Кроме того, сокращение экипажа ведет к социальной изоляции, что негативно сказывается на психологическом состоянии. Изменяется характер коммуникации, сопровождающийся нарушением циркадных ритмов. Круглосуточный режим работы может размыть границы между вахтами, приводя к нарушениям сна и хронической усталости [9, 23, 30, 44, 46, 82, 118, 125, 144, 155].

В настоящее время в отрасли морского транспорта основные рамочные нормативные документы разработаны Международной морской организацией ИМО. В MSC.1/Circ.1638 – Interim Guidelines for Maritime Autonomous Surface Ships (MASS) подчеркивается необходимость обеспечения безопасности и

надежности, что напрямую связано со средой, в которой работает экипаж [12, 134]. Подкомитет ИМО по «человеческому фактору», подготовке и несению вахты детально рассматривает вопросы подготовки экипажей для работы с автоматизированными системами. Конвенция о труде в морском судоходстве устанавливает строгие требования к условиям проживания экипажа (площадь кают, уровень шума, рекреационные зоны) [27, 77]. Прямых стандартов по оценке среды в международных документах еще нет, но они неизбежно появятся как производные от новых правил по MASS.

ВОЗ устанавливает стандарты, касающиеся здоровья и благополучия работников, которые являются фундаментом для оценки любой рабочей среды. Документы по психосоциальным рискам и стрессу на рабочем месте регламентируют, в том числе, работу оператора судна, связанную с высокими психическими нагрузками (монотонный мониторинг с необходимостью быстрого вмешательства в критической ситуации). Труды ВОЗ предоставляют нормативно-методологическую базу для оценки физических и психологических параметров судовой среды, обозначая, что любое исследование должно опираться на эти международные стандарты здоровья [135, 141].

На основе обзора документов международных организаций (ИМО/МОТ, ВОЗ, IMDC и др.) можно сформулировать комплексный подход к оценке судовой среды автоматизированных судов смешанного типа: использование стандартизированных измерительных приборов и методик, рекомендованных ВОЗ и морскими классификационными обществами (например, DNV (Det Norske Veritas), LR (Lloyd's Register of Shipping)); с помощью анкетирования и наблюдения в ходе рейсов (или длительных симуляций) проводить анализ режима труда и отдыха, монотонности работы, уровня стресса, ощущения изоляции в малом экипаже [27, 77, 119, 141, 155].

1.3 Изменение психофизиологических и гемодинамических показателей у членов экипажа в течение навигационного периода

Изменения психофизиологических показателей у членов экипажа сфокусированы на двух основных временных масштабах: краткосрочном (в течение вахты) и долгосрочном (в течение навигационного периода) [25, 89, 95].

Основными неблагоприятными факторами, влияющими на членов экипажей, управляющих судами во время вахты (обычно 4–6 часов), являются:

- монотония и гипокинезия (работа в условиях ограниченного пространства, однообразный визуальный ландшафт, минимальная физическая активность приводят к снижению уровня активации ЦНС, сонливости и падению концентрации внимания) [85, 86, 104, 113],

- когнитивная нагрузка (пиковые нагрузки возникают при проходе судна в стесненных водах, сложных метеоусловиях, интенсивном судоходстве, что вызывает стресс, повышение артериального давления, частоты сердечных сокращений (ЧСС), выделение кортизола) [86, 143],

- циркадные ритмы (работа в ночную смену нарушает естественные ритмы сна и бодрствования; наибольший спад работоспособности наблюдается между 3:00 и 5:00 часами утра, что проявляется в замедлении реакции, увеличении количества ошибок и микроснов) [68, 109, 146],

- сенсорная нагрузка и депривация (постоянный шум, вибрация, электромагнитное излучение от радаров оказывают кумулятивный стрессовый эффект) [7, 93, 114, 120, 126].

Исследования показывают, что во время несения вахты, особенно в неблагоприятных условиях (сложный ландшафт, плохая видимость, интенсивное движение) у судоводителей могут регистрироваться изменения гемодинамических показателей (учащение сердечных сокращений на 15–30 % по сравнению с фоновыми значениями, повышение систолического АД на 20–40 мм рт. ст., диастолического – на 10–20 мм рт. ст.) [30, 31, 42, 44, 149, 150]. Изменяются

показатели, характеризующие умственную работоспособность. К концу 4–6-часовой вахты наблюдается ухудшение процесса концентрации, увеличение количества ошибок, снижение внимания. В условиях дефицита времени (аварийная ситуация, расхождение с судном) может происходить как ускорение (за счет стресса), так и замедление (из-за информационной перегрузки) скорости принятия решений. Возрастает вероятность ошибочных решений. Из-за усталости и высокого уровня стресса ухудшается кратковременная память. Отмечается рост мышечного тонуса (особенно в мышцах спины, шеи), что приводит к болевым ощущениям и дополнительному стрессу [15, 33, 36, 90].

Изменения в течение навигационного периода характеризуется как кумулятивная усталость [7, 19, 36, 38, 46, 47, 53, 125]. Этот эффект связан с длительным пребыванием в специфических условиях профессиональной деятельности:

- накопление усталости (хроническое недосыпание, невозможность восстановиться между вахтами из-за шума, вибрации и стресса приводят к кумулятивному эффекту),
- профессиональный стресс (высокая ответственность за безопасность пассажиров, экипажа, судна и окружающей среды создает постоянный фоновый стресс, который может приводить к эмоциональному выгоранию, тревожности, нарушениям сна),
- социальная изоляция и ограниченность пространства (длительное отсутствие семьи, ограниченность социальных контактов в замкнутом коллективе),
- изменение функционального состояния организма (за период рейса длительностью несколько месяцев могут происходить стойкие изменения, характеризующиеся смещением суточных ритмов, нарушением в работе сердечно-сосудистой системы, снижением общей резистентности организма).

По данным анализа литературных источников установлено, что у членов экипажа наблюдается процесс адаптации к условиям рейса, который может смениться фазой декомпенсации и нарастающего утомления. В первые дни рейса

(фаза мобилизации) показатели ЧСС, АД остаются стабильно повышенными по сравнению с покоем. Организм адаптируется к новому режиму. В середине рейса (фаза относительной стабилизации) при благоприятных условиях может наблюдаться некоторая нормализация показателей, однако их уровень все равно превышает стандартные повседневные значения. В конце рейса (фаза нарастающего утомления) при длительности более 3–4 недель накапливается усталость, нарушается сон. Это может проявляться в виде лабильности артериального давления, стойкой тахикардии и высокого пульсового давления. Кроме того, может развиваться психоэмоциональное утомление, снижаться мотивация, скорость обработки информации и гибкость мышления. Возрастает роль стереотипных, шаблонных действий, что опасно в нестандартных ситуациях. Из-за гиподинамии снижается толерантность к физическим нагрузкам. Накопившийся мышечный гипертонус может приводить к головным болям, напряжению и болям в спине.

Установлено, что длительное пребывание в условиях профессионального стресса приводит к хроническому напряжению регуляторных систем и риску развития профессионально обусловленных заболеваний [2, 3, 31, 53]. Результаты их исследования к концу навигации позволяют выделить формирование «синдрома дезадаптации», который проявляется в стойком повышении АД, снижении резервных возможностей миокарда. У многих моряков к концу длительного периода навигации 6–9 месяцев наблюдается состояние, пограничное с артериальной гипертензией и нейроциркуляторной дистонией по гипертоническому типу. Развивается астенический синдром: эмоциональное истощение, чувство постоянной усталости, не проходящее после отдыха [36, 46, 50]. Изменения, происходящие в состоянии здоровья плавсостава в течение навигационного периода и в течение периода (стажа) трудовой деятельности, выявленные отечественными и зарубежными исследователями, подтверждают наличие результатов неблагоприятного воздействия факторов рабочей и общесудовой среды на организм членов экипажа, участвующих в процессе судовождения [11, 38, 69, 117, 126, 127]. Это указывает на наличие определенных

особенностей условий труда экипажа и неадекватность процедуры СОУТ при их оценке.

Безопасность движения на судне во многом зависит от деятельности экипажа и в ряде случаев, обусловлена влиянием человеческого фактора, который, в свою очередь, испытывает влияние патологических процессов, формирующихся в результате действия экспозиции профессиональных факторов. Следовательно, гигиеническая оценка факторов судовой среды является необходимым этапом при обосновании мероприятий, направленных на сохранение здоровья и профессионального долголетия плавсостава [36].

Существующие гигиенические нормативы для целей оценки условий труда рассчитаны для экспозиции факторов на протяжении 40 часов в неделю [78, 91]. При этом факторы судовой среды воздействуют на организм членов экипажа круглосуточно на протяжении 6 месяцев, то есть практически непрерывно 180 суток. Следовательно, для объективной оценки условий труда членов экипажа необходимо использовать методический подход, который учитывает «дозу» воздействующего фактора на протяжении его непрерывной экспозиции [58]. Подобный подход в современных условиях не применяется при гигиенической оценке условий труда и СОУТ.

В настоящее время идет активный процесс автоматизации судовождения, который сопровождается оснащением плавсредств и судов современными радиоэлектронными средствами и электроэнергетическим оборудованием. Анализ нормативных и методических документов санитарного законодательства, других министерств и ведомств Российской Федерации по контролю уровней ЭМП и аппаратного обеспечения контроля уровней ЭМП на судах позволил в документах выявить существенные различия в подходах к измерению уровней электромагнитных полей. Анализ средств измерений ЭМП, внесенных в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, показал, что существует проблема измерения импульсно-прерывистых ЭМП, создаваемых антеннами навигационных радиолокационных станций на открытых палубах судов. В руководствах по эксплуатации других средств измерений

отсутствуют сведения о возможности измерения импульсных ЭМП РЧ. Кроме того, все средства измерения предназначены для определения уровней ЭМП РЧ только при остановленной антенне РЛС. В современных же РЛС при остановке вращения антенны СВЧ излучение снимается. Выполненное сравнительное экспериментальное исследование уровней ЭМП, создаваемых стендовой навигационной РЛС при остановленной и вращающейся антенне, убедительно показало существенные различия в параметрах интенсивности ЭМП. Утвержденные типы средств измерения не позволяют контролировать уровни ЭМП в основных рабочих режимах работы оборудования в условиях плавания ввиду влияния вибрации на аппаратуру.

В период развития судостроения принят ряд Федеральных целевых программ по развитию морской техники (программа «Развитие гражданской морской техники», программа «Строительство кораблей и судов на период до 2030 года» и др.) [7]. Автоматизированные суда смешанного типа оснащаются всё более сложными техническими средствами, создающими электромагнитные поля в рабочей зоне плавсостава и общесудовых помещениях. При этом, показатели ЭМП не идентифицируются как факторы, подлежащие оценке при гигиенической характеристике условий труда судоводителей.

Резюме. Современная судовая среда на автоматизированных пассажирских судах смешанного типа характеризуется комбинированным воздействием физических (шум, низкочастотная вибрация, ЭМП, нестабильные показатели микроклимата и освещения), эргономических (гиподинамия, длительная работа с мониторами) и психосоциальных факторов, что создает предпосылки для кумулятивного стресс-эффекта. Автоматизация и сокращение численности экипажа смещают акцент с физической тяжести труда на высокую когнитивную нагрузку, монотонный мониторинг и необходимость экстренного принятия решений в нештатных ситуациях, что усиливает нервно-эмоциональное напряжение и риск «парадоксальной» усталости. В отечественной практике преобладает реактивная оценка (инструментальный контроль уже построенного судна), в то время как международный опыт (ИМО, EMSA) акцентирует

внимание на проактивном подходе – учете эргономических и психофизиологических требований на этапе проектирования. Это выявляет методологический пробел в системе гигиенического нормирования, что обосновывает необходимость разработки комплексных критериев гигиенической оценки с учетом профессионального риска.

ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ, МЕТОДЫ И ОБЪЕМ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа запланирована и выполнена на базе Федерального бюджетного учреждения науки «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека в 2021-2025 гг.

Объект исследования – условия судовой среды и функциональное состояние организма членов экипажа (судоводителей, механиков и рулевых) автоматизированных пассажирских судов смешанного типа (река-море) плавания.

Предмет исследования – критерии комплексной оценки условий судовой среды и функционального состояния организма членов экипажа, закономерности формирования профессиональных рисков и изменений психофизиологических и гемодинамических показателей у членов экипажа при комбинированном воздействии физических, эргономических и психосоциальных факторов судовой среды в динамике навигационного периода, гигиенические критерии их комплексной оценки.

Дизайн этапов диссертационной работы представлен на Рисунке 2.1.

Для достижения сформулированной цели исследования проведены на круизных автоматизированных теплоходах (проект 302) компании «ВодоходЪ». Известно, что условия труда на автоматизированных судах, построенных начиная с 80-х годов XX века, существенно отличаются от условий на неавтоматизированных судах более ранней постройки, которые продолжают эксплуатироваться в современном флоте. Отличие обусловлено оснащением судна оборудованием, позволяющим снизить трудоемкость процесса его управления и увеличения напряженности трудового процесса.

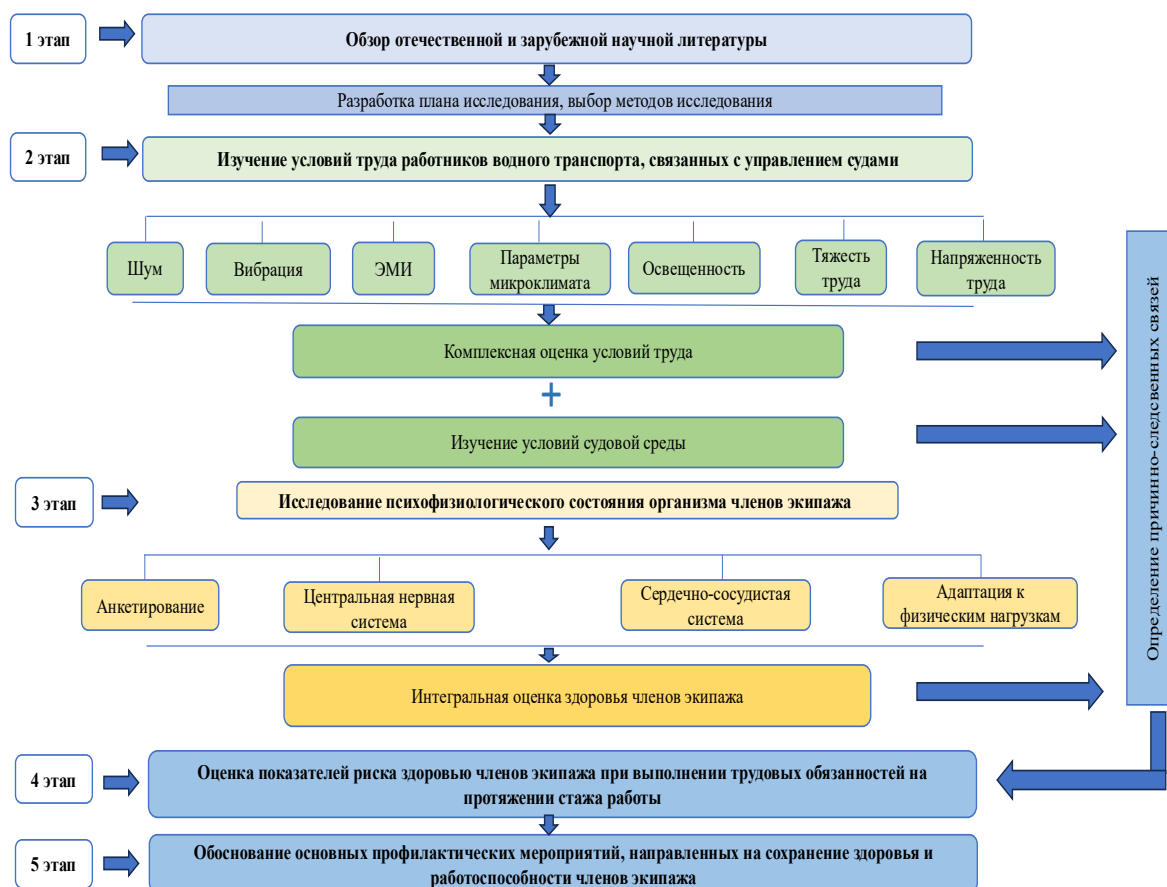


Рисунок 2.1 – Дизайн исследования

В настоящее время в России эксплуатируется 19 судов, построенных по проекту 302, из них 9 – эксплуатирует компания ООО «ВодоходЪ». Обследования проведены на 5-ти пассажирских автоматизированных теплоходах, проект 302, год выпуска 1983-1991. Пассажировместимость 332 человека, штатная численность экипажа 46 человек.

Характеристики судна: длина 129,1 м; ширина 16,7 м; высота 13,2 м с уложенной мачтой, 25 м с расправленной мачтой; осадка 2,9 м. Класс судна: согласно «Свидетельство о классификации Российского Речного Регистра М3,0 (лед 30)». Мощность главных двигателей – 2 208 кВт. Грузоподъемность 480 т. Скорость 25 км/ч. Исследуемые суда представляют собой репрезентативную выборку круизного флота по габаритам и сроку эксплуатации.

Количественная характеристика направлений, материалов, методов и объема гигиенических и психофизиологических исследований представлена в Таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Количественная характеристика направлений, материалов, методов и объема гигиенических и психофизиологических исследований

Направление исследований	Материалы и методы исследований	Объем исследований
Характеристика факторов, определяющих условия судовой среды автоматизированных пассажирских судов смешанного типа	Научные публикации, законодательные, нормативно-правовые и нормативно-методические документы. Теоретический анализ, обобщение	Более 120 научных статей, 28 нормативных и нормативно-методических документов
Гигиеническая оценка судовой среды	Натурные измерения факторов судовой среды (шум, вибрация, инфразвук, электромагнитные поля, микроклимат, освещенность) и трудового процесса (тяжесть и напряженность труда, гигиеническая характеристика режима труда)	Факторы судовой среды – 18 051 ед. наблюдения. Факторы трудового процесса – 4 818 ед. наблюдения
Социометрические исследования	Опрос (анкетирование) членов экипажа для изучения показателей, характеризующих образ жизни	2 880 ед. наблюдения
Психофизиологические исследования	Функциональное состояние центральной нервной системы членов экипажа (опросник «Определение нервно-психического напряжения» (Т. Немчин), реакция выбора, измерения подвижности нервных процессов, коэффициент точности Уиппла, критическая частота слияния мельканий)	21 888 ед. наблюдения
	Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы членов экипажа (частота сердечных сокращений, показатели артериального давления, минутный объем крови и расчетные показатели гемодинамики)	5 504 ед. наблюдения
	Физическая работоспособность и адаптация к физической нагрузке членов экипажа (Гарвардский степ-тест)	2 304 ед. наблюдения
Оценка риска здоровью	Методы оценки профессионального риска здоровью работников. Методы оценки вероятности потери слуха, вызванной шумом	608 ед. наблюдения

Для определения особенностей условий труда членов экипажа, задействованных в управление автоматизированными судами смешанного типа, проведены измерения, оценка и анализ факторов рабочей среды трудового процесса.

Изучение и оценка условий труда проведены в соответствии с требованиями специальной оценки условий труда: приказ Минтруда России от 24.01.2014 № 33н

[79] и приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 08.04.2025 № 189н об утверждении особенностей проведения специальной оценки условий труда на рабочих местах членов экипажей морских судов, судов внутреннего плавания и рыбопромысловых судов [80]. Изучение факторов рабочей среды выполнено в соответствии с требованиями СП 2.5.3650-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к отдельным видам транспорта и объектам транспортной инфраструктуры» [108] и уточнено в соответствии с СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» [107], СП 1.1.1058-01 «Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» [106].

Измерение уровней шума, вибрации и инфразвука проведены в соответствии с МУК 4.3.3212-14 [61], МУК 4.3.3213-14 [62] и МИ ПКФ-14-016 [52]. Для определения дозы шума и дозы вибрации использованы Методические рекомендации по дозной оценке производственных шумов № 2908-82 [58].

Для расчета круглосуточного воздействия использован метод определения дозы за определенный период («доза-эффект»). Расчет проведен с помощью калькулятора-9612 «НТМ-Защита» в соответствии с ГОСТ ISO 9612-2016 «Акустика. Измерение шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерения на рабочих местах» [8].

Параметры электрических, магнитных и электромагнитных полей определены в соответствии с требованиями МУК 4.3.3214-14 [63]. Параметры микроклимата в рабочей зоне измерены в соответствии с МУК 4.3.2756-10 [59]. Расчет результирующей температуры проведен в соответствии с МУК 4.3.3922-23 [65].

Для объективного решения вопроса о необходимости контроля ЭМИ на автоматизированных пассажирских судах смешанного типа в процессе исследования:

- классифицированы источники электромагнитных полей;

- изучены требования по контролю электромагнитных полей на судах, представленные в национальных стандартах и других нормативных актах РФ;
- выполнено экспериментальное исследование способности измерительного оборудования объективно регистрировать ЭМП, создаваемые навигационными радиолокационными станциями.

Использованы результаты собственных исследований и многолетнего практического опыта ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» по исследованию электромагнитной обстановки на судах различного назначения – рыбопромысловых, ледоколах, пассажирских теплоходах [22, 24, 29, 64, 67, 70, 72–74, 76, 94, 99]. Проведено расчетное прогнозирование уровней ЭМП, выполнены измерения и оценка параметров ЭМП на судах, оснащенных современными средствами радиолокации, радиосвязи и энергетическим оборудованием.

Для возможности проведения сравнительного анализа и обоснования необходимости, перечня и кратности контроля ЭМИ на исследуемом типе судов, проведены измерения и получены обобщенные результаты исследования электромагнитных полей, выполненные в течение последних 5 лет на судах рыбопромыслового флота и пассажирских теплоходах.

Уровни ЭМП на судах определяли инструментальным и расчетным методами. Расчетными методами определяли уровни ЭМП радиочастотного диапазона и уровни напряженности электрического поля, создаваемые на судах средствами радиосвязи и радиолокации.

Расчетное прогнозирование уровней ЭМП РЧ, создаваемых антеннами навигационных РЛС и средств радиосвязи на открытых палубах, выполнено для проектов судов рыбопромыслового флота: краболовного судна СКВ 03141-901-001, судна-ярусолова МТ1112XL. Расчет выполнялся с использованием программы расчета параметров электромагнитного поля, позволяющей выполнить расчет плотности потока энергии или напряженности электромагнитного поля для радиолокационных станций и излучателей с заданным шагом и высотой установки антенны РЛС на высоте 1,8 м от палубы. Расчеты уровней

напряженности электрического поля и ППЭ, создаваемых антеннами передатчиков радиосвязи ПВ и УКВ диапазонов, судовой земной станции спутниковой связи и радиолокационных станций на открытых палубах, проводились на основании технических параметров, сведений о месте размещения и высотах установки антенн.

Выполнялись измерения уровней ЭМП радиочастотного диапазона, создаваемых средствами радиосвязи. Измерения проводились при стоянке судов в порту и в процессе заводских ходовых испытаний, в судовых помещениях и на открытых палубах, на рабочих местах и местах возможного пребывания экипажа. Программа и методика исследования электромагнитной обстановки включали измерения напряженности ЭП, ППЭ и выполнялись с учетом положений МУК 4.3.3214-14 [63]. Измерения ЭМП выполнялись при работе радиопередающих устройств на каждую из штатных антенн в пределах выделенной частотной полосы. Использовались приборы ПЗ-41 и ПЗ-42, позволяющие измерять ЭМП широкого спектра частот.

Измерения ЭМП от РПУ проводились при неполной используемой максимальной излучаемой мощности, полученный результат пересчитывали путем умножения измеренных значений на отношение по формуле (2.1):

$$W_{\max}/W \quad (2.1)$$

где: $W_{\max}$ – максимальное используемое значение мощности, Вт;

W – мощность при проведении измерений, Вт.

Измерения уровней низкочастотных ЭП и МП частотой 50 Гц, как распространенного физического фактора судовой среды, выполнялись во всех зонах возможного нахождения человека при выполнении работ, связанных с эксплуатацией электрооборудования. Определение напряженности ЭП и МП на рабочем месте проводилось на высоте 0,5, 1,0 и 1,7 метра от поверхности палубы, на расстоянии 0,5 м от оборудования. При отсутствии возможности проведения измерений при наибольшем рабочем напряжении электроустановки, измеренные значения пересчитывались на максимальное рабочее напряжение путем умножения измеренного значения на отношение по формуле (2.2):

$$U_{\max}/U \quad (2.2)$$

где: $U_{\max}$ – наибольшее рабочее напряжение электроустановки, В (кВ);

U – напряжение электроустановки при измерениях, В (кВ).

Измерения напряженности магнитного поля проводились при установившемся режиме работы электрооборудования и измеренные уровни МП пересчитывались на максимальный рабочий ток ($I_{\max}$) электроустановки, характерный для режимов эксплуатации электрооборудования. Пересчет выполнялся по формуле (2.3):

$$I_{\max}/I \quad (2.3)$$

где: $I_{\max}$ – максимальный ток, А;

I – ток электроустановки при проведении измерений, А.

Уровни ЭМП регистрировались измерителем электромагнитного поля промышленной частоты ВЕ-50, в качестве определяющего использовали наибольшее из всех зарегистрированных значений электромагнитных полей.

Для определения коэффициента ослабления геомагнитного поля проводились измерения постоянного магнитного поля в технологических помещениях и фоновых значений МП на открытом пространстве рядом со стоянкой судов в порту.

Расчет коэффициента ослабления ГМП ($K_0\text{ГМП}$) геомагнитного поля выполнен по формуле (2.4):

$$K_0^{\text{ГМП}} = |H_0| / |H_B| \text{ или } |B_0| / |B_B| \quad (2.4)$$

где: $|H_0|$ ($|B_0|$) – модуль вектора напряженности (магнитной индукции) постоянного магнитного (геомагнитного) поля в открытом пространстве, Тл;

$|H_B|$ ($|B_B|$) – модуль вектора напряженности (магнитной индукции) постоянного магнитного поля в помещении, Тл.

В качестве норматива коэффициента ослабления геомагнитного поля на рабочих местах в помещениях в течение рабочего времени использовали величину не более 2 [99].

Показатели световой среды измерены в соответствии с требованиями МУК 4.3.2812-10 [60] и МУК 4.3.3975-24 [66]. Искусственное освещение измерялось в темное время суток (за исключением помещений без естественного света).

В соответствии с требованиями нормативных документов все измерения проводились на ходу и во время стоянки судна.

Для проведения измерений шума и вибрации использовали шумомер-виброизмеритель, для измерения плотности потока энергии – измеритель уровней электромагнитных излучений ПЗ-42, напряженности постоянного магнитного поля – магнитометр МТМ-01, температуры и влажности воздуха – термогигрометр ТКА-ПКМ, уровней освещенности – люксметр ТКА. Все вышеуказанные приборы внесены в государственный реестр средств измерения и имели действующие свидетельства о поверке на момент проведения измерений.

Оценка показателей проведена в соответствии с требованиями СП 2.5.3650-20 [108] и СанПиН 1.2.3685-21 [99].

Тяжесть и напряженность трудового процесса оценена в соответствии с требованиями Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» [91] и приказа Минтруда России от 24.01.2014 № 33н [79].

Численность репрезентативной профессиональной группы определена по формуле А.М. Меркова – Л.Е. Полякова (2.5) [51]:

$$n = \frac{t^2 \times p \times (100 - p)}{\Delta^2} \quad (2.5)$$

где: n – требуемое число наблюдений, чел.;

t – критерий достоверности;

p – ожидаемая доля (в процентах) признака в генеральной совокупности;

Δ – предельная ошибка.

$$n = \frac{2^2 \times 15,5 \times (100 - 15,5)}{10^2} = 52,39$$

Расчет показал, что для эксплуатируемых судов изучаемого проекта минимальное число обследованных должно составлять 53 человека.

При формировании профессиональной группы членов экипажа, связанных с управлением судами, для проведения социологических, психофизиологических исследований сформирована группа численностью 80 человек.

При исследовании психофизиологических показателей в условиях воздействия факторов трудовой среды (в частности, длительного рейса) и при оценке функциональных состояний (устомление, стресс) использован дизайн исследования с внутригрупповым контролем (own control), являющийся стандартом проведения исследований и позволяющий: элиминировать влияние межиндивидуальных различий; изучать временную динамику.

Внутригрупповой контроль при проведении экспериментальных исследований обоснован в экспериментальной психологии и психофизиологии отечественными и зарубежными авторами [25, 28, 30, 33]. Этот подход использован в работах В.Н. Дружинина [16], Т.В. Корниловой [35], исследованиях В.А. Бодрова при исследовании надежности оператора [1], Л.Г. Дикой при изучении психической саморегуляции функциональных состояний [14], Е.П. Ильина при изучении влияния факторов на динамику психофизиологического состояния [20], J.T. Cacioppo, L.G. Tassinary, G.G. Berntson «Handbook of Psychophysiology» [121].

Респонденты участвовали в исследовании исключительно на добровольной основе, при этом все собранные сведения прошли процедуру обезличивания (псевдонимизации). Исследование одобрено Локально-этическим комитетом ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья». Все участники дали письменное информированное согласие на участие в этом исследовании (протокол заседания ЛЭК № 33.1 от 26.04.2021).

Для определения факторов, характеризующих образ жизни, проведено анкетирование. Анкета утверждена Локально-этическим комитетом ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» и используется при изучении особенностей режима труда и самочувствия у работников различных профессиональных групп.

Для изучения субъективной оценки здоровья членов экипажа использована анкета «Изучение образа жизни». Контингент составил 64 работника мужского пола. Статистическая обработка проведена с использованием параметрических и непараметрических методов, выбранных в соответствии с видом данных и на основе анализа нормальности распределения совокупности количественных непрерывных показателей, полученных в результате расчетов.

Исследование САН проведено в соответствии с опросником «Самочувствие, активность, настроение» [4, 33] до навигации и в течение навигационного периода через каждый месяц. Всего проведено 6 исследований.

Для анализа субъективной оценки здоровья членов экипажа выборка разделена на две группы по стажу работы: до 10 лет и более 10 лет. В основу такого разделения положена гипотеза о том, что десятилетний период профессиональной деятельности является важным рубежом, после которого начинают проявляться кумулятивные эффекты воздействия факторов судовой среды и особенностей труда, приводящие к изменениям в состоянии здоровья и субъективном восприятии условий профессиональной деятельности. Предполагается, что члены экипажа со стажем работы более 10 лет в большей степени подвержены риску развития производственно обусловленных заболеваний и выраженной неудовлетворенности условиями труда, по сравнению с их более молодыми коллегами.

Полный цикл обследования прошли 64 члена экипажей (25 судоводителей, 25 механиков, 14 рулевых), осуществляющих управление автоматизированными пассажирскими судами смешанного типа. Натурные обследования выполнены до начала навигации, в середине и по завершению навигации. Длительность навигационного периода составила 6 месяцев (май – октябрь). Все тестируемые – мужчины в возрасте от 19 до 52 лет, средний возраст – $35,3 \pm 12,7$ года.

При гигиенической оценке трудового процесса использован хронометражный метод с регистрацией данных об общем количестве и продолжительности рабочих операций, осуществляемых членами экипажа,

участвующими в процессе управления судами и обеспечении безопасности движения за смену.

В ходе оценки производственной нагрузки и реакции на нее органов и систем обследуемых членов экипажа использованы физиологические и психологические методы исследований. Психофизиологические показатели исследованы трехкратно. Показатели деятельности центральной нервной системы, психологические характеристики и динамика умственной работоспособности определены с помощью ПК «Психотест» [45]. Показатели деятельности сердечно-сосудистой системы и показатели изменения физической работоспособности изучены с помощью ПК «Психофизиолог».

В числе психологических методов исследований использованы: методики оперативной оценки утомления, основанной на выявлении неспецифических ранних признаков утомления, обусловленных начинающимися расстройствами центральной регуляции, усилением вегетативных реакций и динамическим рассогласованием функций (Опросник «Определение нервно-психического напряжения» Т. Немчин), реакция выбора. Обработка результатов и их оценка проведена по стандартному алгоритму с использованием количественных и качественных критериев.

В качестве физиологических показателей для оценки влияния производственной нагрузки в течение навигационного периода использованы данные исследований состояния ЦНС (красно-черные таблицы Шульте–Платонова, измерения подвижности нервных процессов, критическая частота слияния мельканий). Используются методы группы физиологических исследований оценки состояния ССС, которая наряду с эндокринной и пищеварительной системами является «мишенью» для воздействия неблагоприятных профессиональных факторов членов экипажа (ЧСС, АД, минутный объем крови и расчетные показатели гемодинамики, Гарвардский степ-тест).

Для характеристики функционального состояния организма членов экипажа проведено исследование основных гемодинамических показателей (среднее

динамическое давление крови, сердечный объем, минутный объем крови, общее периферическое сопротивление сосудов) в течение навигационного периода. Для оценки динамики умственной работоспособности использована методика Кольца Ландольта, для оценки изменения физической работоспособности и адаптации к физической нагрузке в начале и в конце навигационного периода проведено исследование по методу Гарвардского степ-теста. Дополнительная характеристика психофизиологического состояния проведена с использованием следующих методов: КЧСМ (средняя частота), реакция выбора (среднее значение времени реакции), показатель точности Уиппла, показатель умственной работоспособности, показатель стресса, подвижность нервных процессов (степень выраженности свойства торможения и возбуждения), определение показателей гемодинамики, модификация степ-теста для оценки физической работоспособности.

По результатам исследований проведена сравнительная оценка изменения показателей от начала к концу навигационного периода. Критерии оценки физиологических показателей, принятые в исследовании, приведены в Таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Критерии оценки физиологических показателей, принятые в исследовании

Показатели	Оценка
Критерии оценки частоты сердечных сокращений (уд/мин)	
60 – 80	оптимальный
50 – 60 и 80 – 85	допустимый
85 – 90	повышенный
более 90	высокий
менее 50	низкий
Индекс напряжения, (усл.ед.)	
До 150	оптимальный
150 – 250	допустимый
250 – 350	повышенный
более 350	высокий

Для косвенного определения таких показателей, как ударный и минутный объем крови (УОК, МОК) использованы формулы Старра (2.6, 2.7) (расчет на основе показателей артериального давления и частоты сердечных сокращений):

$$\text{УОК} = [(101 + 0,5 \times \text{ПД}) - (0,6 \times \text{ДД})] - 0,6 \times A \quad (2.6)$$

где: УОК – систолический объем (СО), мл;

ПД – пульсовое давление, мм.рт.ст.;

ДД – диастолическое давление, мм.рт.ст.;

A – возраст испытуемого, лет.

$$\text{МОК} = \text{СО} \times \text{ЧСС} \quad (2.7)$$

где: ЧСС – частота сердечных сокращений за 1 минуту, уд./мин;

СО (УОК) – систолический объем, мл.

Показатели, характеризующие гемодинамику, СДД и ОПСС определяли по формулам (2.8) и (2.9) соответственно:

$$\text{СДД} = \text{ДАД} + (\text{САД} - \text{ДАД}) / 3 \quad (2.8)$$

где: СДД – среднее динамическое давление, мм.рт.ст.;

ДАД – диастолическое давление, мм.рт.ст.;

САД – систолическое артериальное давление, мм.рт.ст.

$$\text{ОПСС} = 79920 \times P_m / \text{МОК} \quad (2.9)$$

где: P_m – среднее динамическое давление, мм.рт.ст.

Для определения показателей физической работоспособности и реакции ССС на физическую нагрузку использована модификация Гарвардского степ-теста [18]. Скорость выполнения исследований составляла 30 восхождений на ступеньку за одну минуту. Продолжительность исследования 4 минуты. После восхождений регистрировали частоту сердечных сокращений и показатели артериального давления в первые 30 секунд второй, третьей и четвертой минут восстановительного периода. Расчет индекса Гарвардского степ-теста (ИГСТ) проведен по стандартной формуле (2.10):

$$\text{ИГСТ} = t \times 100 / (f_1 + f_2 + f_3) \times 2 \quad (2.10)$$

где: t – время выполнения нагрузки, мин.;

- f1 – ЧСС за первые 30 секунд второй минуты восстановления, уд./мин.;
- f2 – ЧСС за первые 30 секунд третьей минуты восстановления уд./мин.;
- f3 – ЧСС за первые 30 секунд четвертой минуты восстановления уд./мин.

Оценка риска здоровью проведена в соответствии с методологическими основами Р 2.2.3969-23 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки» [92], МР 2.2.0394-25. «Оценка вероятности потери слуха, вызванной шумом, у рабочих промышленных предприятий» [55] и Методическими рекомендациями по расчету и оценке риска здоровью работников транспорта с учетом воздействия производственных факторов [54].

Согласно п. 2.4 Р 2.2.3969-23 [92], категория риска определяется на основе класса (подкласса) условий труда. Для расчета интегральной оценки риска при комплексном воздействии факторов используется принцип наихудшего (приоритетного) фактора.

Статистические методы исследования

Обработка результатов осуществлялась с использованием пакета программ STATISTICA ver. 10. Для сравнительного анализа частоты выраженности качественных показателей применяли непараметрический критерий для зависимых переменных Макнемара χ^2 . Точечная оценка дополнена 95 %-м доверительным интервалом, который вычислялся методом Уилсона. Результаты представлены как средние арифметические со стандартным отклонением ($M \pm sd$) для параметрических данных, так и медианы с межквартильным размахом ($Me [Q1; Q3]$) для непараметрических данных. Рассчитана достигнутая статистическая значимость различий между группами (результат t-критерия и U-критерия Манна-Уитни). Различия между сравниваемыми показателями считаются значимыми, если достигнутая статистическая значимость различий не превышает пороговый уровень, равный $p = 0,05$.

Резюме. Выбран репрезентативный объект наблюдения. Исследование проведено на 5 круизных теплоходах проекта 302 (год постройки 1983–1991),

эксплуатируемых ООО «ВодоходЪ». Суда являются типичными представителями автоматизированного пассажирского флота смешанного плавания, что обеспечивает репрезентативность полученных данных для всей группы аналогичных судов. Применен дизайн с внутригрупповым контролем (own control), что позволяет элиминировать межиндивидуальные различия, изучать временную динамику показателей и повысить статистическую достоверность при ограниченной численности профессиональной группы. Разработанная программа исследования, базирующаяся на комплексном гигиеническом, психофизиологическом и социологическом подходах с использованием внутригруппового контроля и достаточной репрезентативной выборки, позволяет в полном объеме решить поставленные цель и задачи, обеспечивая научную обоснованность выявляемых закономерностей формирования профессиональных рисков у членов экипажа автоматизированных пассажирских судов смешанного типа.

ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ И АНАЛИЗА ОСОБЕННОСТЕЙ УСЛОВИЙ ТРУДА И ОТДЫХА ЧЛЕНОВ ЭКИПАЖА, ЗАДЕЙСТВОВАННЫХ В УПРАВЛЕНИИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМИ СУДАМИ СМЕШАННОГО ТИПА

В результате гигиенической оценки условий труда членов экипажа в качестве вредных факторов производственного процесса идентифицированы виброакустические факторы (воздействие шума и общей вибрации), электромагнитное излучение, параметры микроклимата и освещения, тяжесть и напряженность трудового процесса в условиях гиподинамии.

При анализе трудовой деятельности членов экипажа, участвующих в процессе судовождения (капитан, старший помощник капитана, помощники капитана, рулевые, механики) установлено, что до выхода на вахту они проходят предвахтовый медицинский осмотр, проводят обход судна, оценивают состояние навигационных приборов, изучают путевую информацию, адаптируются к освещению (в темное время суток). После выхода на вахту командный состав осуществляет наблюдение за движением судна, дает указания рулевому, регулирует машину маневрирования, руководит швартовкой, шлюзованием и выполняет другие действия, связанные с управлением судна. Механики несут вахту в центральном пункте управления, во время вахты делают обходы машинного отделения, осуществляют контроль работы систем и механизмов, проводят ремонт оборудования и механизмов.

Деятельность во вневахтенное время: работа с документами, ведение судовых журналов, проверка аварийного противопожарного оборудования, выполнение требований охраны труда и техники безопасности, выполнение рядовым составом судовых работ. При необходимости судоводители осуществляют контроль проведения авральных работ (ремонт, помывка судна), организуют отработку действий членов экипажа при возникновении внештатных ситуаций (борьба с огнем, с водой, отказ рулевого управления). Перед рейсом

проводят прокладку маршрута на основе результатов анализа гидрологических и метеорологических условий.

В ночное время капитан проводит предвахтенный и послевахтенный осмотр членов экипажа, исполняющих свои обязанности во время несения вахты. При сложных метеоусловиях, маневрах, швартовке, шлюзовании, прохождении под мостами, переправами, шхер капитан обязательно находится в рубке. В случае необходимости может привлекать других членов экипажа.

Работа осуществляется вахтовым методом по 4 часа через каждые 8 часов. Продолжительность навигационного периода в среднем составляет 6 месяцев. В межнавигационный период судоводители, механики участвуют в ремонтных работах помещений, корпуса и механизмов судна.

3.1 Гигиеническая оценка и анализ виброакустических факторов производственной и общесудовой среды членов экипажа

В качестве виброакустических факторов производственной и общесудовой среды идентифицированы шум и общая вибрация.

Для определения точек измерений проведен хронометраж рабочего времени членов экипажа при несении вахты (Таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Хронометраж рабочего времени членов экипажа при несении вахты

Наименование трудовой операции	Доля от общего времени вахты, %, (ДИ)
Наблюдение за навигационной обстановкой и управление судном	50,01 (48-53)
Наблюдение и контроль за состоянием судна	4,09 (2,77-5,41)
Осуществление маневров, изменение курса судна	4,13 (3,32-4,94)
Определение поправок и сверка показаний приборов	1,86 (1,23-2,49)
Расчет и поправка курса, поворота и проч.	8,10 (7,17-9,03)
Определение местоположения судна	14,25 (12,35-16,15)
Ведение записей в судовом журнале	7,01 (5,52-8,50)
Включение и настройка средств судовождения	1,43 (0,92-1,98)
Гидрометеонаблюдения	7,57 (7,56-10,68)

Результаты измерений эквивалентного уровня звука приведены в Таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Результаты измерения эквивалентного уровня звука

Профессия	Место проведения измерений	Эквивалентный уровень звука, дБА	Продолжительность пребывания на объектах судовой среды в сутки, мин (ДИ)
Судоводители, рулевые	Главный командный пост (движение)	66,4	430 (425,03-434,97)
	Общесудовые помещения (движение)	63,3	50 (44,91-55,09)
	Общесудовые помещения во вневахтовый период (движение)	63,3	960 (952,55-967,45)
	Главный командный пост (стоянка)	60,4	430 (425,03-434,97)
	Общесудовые помещения во вневахтовый период (стоянка)	60,3	960 (952,55-967,45)
Механики	Отделение главных двигателей	94,2	50 (44,79-55,21)
	Отделение вспомогательных двигателей	96,7	46 (41,65-50,35)
	Центральный пульт управления (движение)	65,3	(276,08-299,92)
	Мастерская (сверлильный станок)	73,2	(3,86-6,14)
	Мастерская (заточный станок)	84,6	(3,80-6,20)
	Мастерская (токарный станок)	76,5	(3,92-6,08)
	Мастерская	71,6	57 (55,39-58,61)
	Общесудовые помещения (движение)	63,6	(22,57-25,43)
	Центральный пульт управления (стоянка)	61,1	(45,02-50,98)
	Общесудовые помещения (стоянка)	53,5	(22,49)-25,51
	Общесудовые помещения во вневахтовый период	60,6	960 (952,55-967,45)

Результаты расчета дозы шума в течение навигационного периода с учетом круглосуточного воздействия (2 вахты в сутки по 4 часа и 16 часов пребывания в общесудовых помещениях) и динамика изменения дозы шума представлены в Таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Результаты расчета дозы шума в течение навигационного периода

Профессия	Расчетные значения дозы шума, дБА								
	Эквивалент- ный уровень звука за 8-ми часовую смену	24 часа	20 суток	30 суток	45 суток	50 суток	60 суток	90 суток	120 суток
Судоводи- тели, рулевые	65,3	67,7	80,7	83,5	84,2	84,7	85,5	87,2	88,5
Механики	82,6*	70,7	83,7	85,5	87,3	87,7	88,5	90,3	91,5

* расчет дозы шума для механиков проведен с учетом использования средств индивидуальной защиты органа слуха СИЗ

Аналогичные измерения и расчеты проведены для показателей общей вибрации. Результаты приведены в Таблицах 3.4, 3.5.

Таблица 3.4 – Результаты измерения общей вибрации

Профессия	Место проведения измерений	Результат измерения общей вибрации	Продолжительность пребывания в сутки, мин (ДИ)
1	2	3	4
Судоводители, рулевые	Главный командный пост (движение)	97	430 (425,03-434,97)
	Общесудовые помещения (движение)	99	50 (44,91-55,09)
	Общесудовые помещения во вневахтовый период (движение)	99	960 (952,55-967,45)
	Главный командный пост (стоянка)	92	430 (425,03-434,97)
	Общесудовые помещения во вневахтовый период (стоянка)	91	960 (952,55-967,45)
Механики	Отделение главных двигателей	103	50 (44,79-55,21)
	Отделение вспомогательных двигателей	102	46 (41,65-50,35)
	Центральный пульт управления (движение)	96	288 (276,08-299,92)
	Мастерская	97	57 (55,39-58,61)
	Общесудовые помещения (движение)	99	24 (22,57-25,43)

Продолжение Таблицы 3.4

1	2	3	4
	Центральный пульт управления (стоянка)	91	48 (45,02-50,98)
	Общесудовые помещения (стоянка)	89	24 (22,49)-25,51
	Общесудовые помещения во вневахтовый период	99	960 (952,55-967,45)

Таблица 3.5 – Результаты расчета дозы общей вибрации в течение навигационного периода

Профессия	Расчетные значения дозы общей вибрации, дБ							
	24 часа	20 суток	30 суток	45 суток	60 суток	90 суток	120 суток	180 суток
Судоводители, рулевые	69,1	82,1	83,8	85,6	86,9	88,6	89,9	91,6
Механики	88,6	106,4	108,4	109,9	111,2	112,9	114,2	115,9

Полученные результаты исследования виброакустических факторов судовой среды позволили установить, что при оценке их воздействия за 8 часов рабочей смены в сутки, уровни шума и вибрации не превышают гигиенические нормативы и характеризуются как допустимые (класс 2).

Расчеты, проведенные с использованием метода определения дозы, позволили установить, что условия труда можно оценить как вредные первой степени (класс 3.1) при воздействии шума на протяжении 20 суток для судоводителей, рулевых и механиков, вибрации – в течение 30 суток для механиков. Воздействие на членов экипажа виброакустических факторов в течение 60 суток можно оценить как вредные второй степени (класс 3.2). Выявленный уровень воздействия шума может быть причиной возникновения производственно обусловленных заболеваний сердечно-сосудистой системы и профессионального заболевания – нейросенсорной тугоухости.

3.2 Гигиеническая оценка и анализ воздействия электромагнитных полей на судах

Классификация источников электромагнитных полей на судах

На судах проведены измерения ЭМП радиочастотного диапазона, электрических и магнитных полей промышленной частоты, электростатических, электрических полей, постоянных магнитных полей, гипогеомагнитного поля.

Для характеристики электромагнитных полей радиочастотного диапазона на первом этапе исследований проведен анализ технических характеристик современных навигационных РЛС и средств радиосвязи, представленных в Таблицах 3.6, 3.7.

Таблица 3.6 – Технические характеристики навигационных радиолокационных станций

№ п/п	РЛС	Частота	Мощность
1	CONSILIUM SELESMAR radar model SELUX T340CARPA25D6X TRANSCEIVER (X-BAN)	9,4 ГГц	25 кВт
2	CONSILIUM SELESMAR radar model SELUX T340CARPA30D12S TRANSCEIVER (S-BAND)	3 ГГц	30 кВт
3	Nucleus 25000T	9,4 ГГц	10-30 кВт
4	Nucleus 5000T	3 ГГц	10-30 кВт
5	Nucleus 5000R	9,4 ГГц	37 Вт
6	Manta 1700 FSY-A7	9,4 ГГц	40 Вт
7	Manta 1700, S-BAND	3 ГГц	40 Вт
8	Koden marine radar MDC – 1810P	9,4 ГГц	12 кВт
9	Koden marine radar MDC –105 P	9,4 ГГц	25 кВт
10	BE-E	9,4 ГГц	25 Вт
11	BM-250	3 ГГц	25 Вт

Таблица 3.7 – Технические характеристики средств радиосвязи

№ п/п	Средство радиосвязи	Частотный диапазон	Мощность
1	РПУ SAILOR RT-2048A	154 – 164 МГц	10 Вт
2	SAILOR RT-5022 VHF DSC	149 – 164 МГц	25 Вт
3	SAILOR RM-2100 compact	1,5 – 30 МГц	10 Вт
4	SAILOR RT-2048	154 – 164 МГц	25 Вт
5	SAILOR system 5000 (ПВ/КВ)	150 кГц – 39 МГц	150 Вт
6	SAILOR H327 MF/HF Control unit	30 – 150 МГц	250 Вт
7	SAILOR H327 MF/HF Control unit	30 – 150 МГц	500 Вт
8	SAILOR VHF DSC Class A	156 – 165 МГц	25 Вт
9	Furuno VHF FM 8500	155 – 166 МГц	12,5 Вт
10	Husun 2150 HF DSC Receiver	155 – 167 МГц	150 Вт
11	РПУ DSC-500	150 МГц	10 Вт
12	РПУ TRP -150 IS	1606 кГц – 30 МГц	250 Вт
13	РПУ HC 4500/HT 4520	1605 кГц – 30 МГц	250 Вт
14	РПУ HC 4500/HT 4550	1605 кГц – 30 МГц	250 Вт
15	Станция спутниковой связи SAILOR SSAS System, TT-3026M MINI-C	1626,5-1646,5MHz	23 Вт
16	Станция спутниковой связи SAILOR INMARSAT FLEET77	1626,5 – 1660,5 МГц	240 Вт

В результате анализа представленных данных следует, что в настоящее время на судах применяются средства радиолокационной связи преимущественно зарубежного производства. Навигационные РЛС имеют различную мощность, работают на двух частотах: 3 ГГц (X-BAN – длина волны 3,2 см) и 9,4 ГГц (S-BAND – длина волны 10 см). Частота импульсов СВЧ излучения зависит от шкалы дальности, на которой работает РЛС и составляет: на малых шкалах – 3200 имп/сек, на средних шкалах – 1600 имп/сек, на дальних шкалах – 800 имп/сек. Формирование электромагнитной обстановки зависит от параметров антенн РЛС. Антенны навигационных РЛС отличаются по диаграммам направленности излучения. Ширина диаграммы направленности антенны в горизонтальной плоскости составляет от 0,7 до 2 град., в вертикальной плоскости – от 15 до 25 град. Отечественные средства измерения ЭМИ СВЧ диапазона не позволяют контролировать уровни импульсно-прерывистых электромагнитных излучений

при вращении антенны. Следовательно, уровни ЭМП, создаваемые навигационными РЛС на судах, целесообразно определять расчетными методами.

Анализ показал, что на судах используются средства традиционной радиосвязи (передатчики УКВ и ПВ/КВ диапазонов) и спутниковая связь. Средства радиосвязи работают на различные типы антенн (штыревые, проволочные, спиральные, параболические). Оснащение судна радиотехническими средствами зависит от района плавания. Чем дальше район плавания, тем больше техническая оснащенность и мощность радиооборудования. ИМО разработаны требования к составу, техническим и эксплуатационным характеристикам радиооборудования и навигационного оборудования судов в зависимости от района плавания – А1, А2, А3, А4.

Состав излучающего оборудования, расположение и высоты установки антенн на судне СКВ 03141-901-001 представлены в Таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Состав излучающего оборудования на судне СКВ 03141-901-001

№ п/п	Радиотехническое средство	Антенна	Расположение антенны	Высота установки антенны от крыши ходового мостика, м
1	РПУ ПВ «Furuno» FS-1575	WH-027-8M	верхний мостик	2,0
2	РПУ УКВ радиоустановка «Furuno» FM-8900S	CX4-3/FEC	мачта	8,0
3	Станция спутниковой связи Инмарсат-С «Furuno» Felcom-18	IC-118	мачта	10,0
4	РЛС «FURUNO» FAR-2127 № 1	XN20AF	мачта	5,6
5	РЛС «FURUNO» FAR-2127 № 2	XN20AF	мачта	3,85

Данные расчетного прогнозирования уровней напряженности электрического поля ПВ и УКВ диапазонов, создаваемых средствами связи на открытых палубах представлены в Таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Уровни напряженности электрического поля на открытых палубах судна СКВ 03141-901-001

№ п/п	Передатчик радиосвязи	Палуба	Высота установки антенн, м	Уровни напряженности электрического поля (В/м)
1	УКВ радиоустановка «Furuno» FM-8900S	крыша ходового мостика	8	2,2 – 3,9
		палуба ходового мостика	10,4	2,6
		палуба юта	12,6	1,3 – 2
2	ПВ радиоустановка «Furuno» FS-1575	крыша ходового мостика	2	2,3 – 6,8
		палуба ходового мостика	4,4	4,1
		палуба юта	6,6	1,5 – 3,8

Анализ полученных результатов показал, что во всех расчетных точках прогнозируемые уровни напряженности электрического поля, создаваемые антеннами средств традиционной радиосвязи, не превышали ПДУ [99].

Данные прогнозирования расчетных уровней ППЭ ЭМП, создаваемых на открытых палубах радиолокационными станциями «FURUNO» FAR-2127 № 1 и «FURUNO» FAR-2127 № 2, на различных расстояниях от антенн представлены в Таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Уровни плотности потока энергии электромагнитных полей на открытых палубах судна СКВ 03141-901-001

№ п/п	РЛС	Палуба	Высота установки антенн, м	ППЭ, мкВт/см ²
1	«FURUNO» FAR-2127 № 1	крыша ходового мостика	5,6	44-57,3
		палуба ходового мостика	8	27,8-43,1
		палуба бака	9,9	21,8-30,1
		палуба юта	10,2	22,2-30,9
2	«FURUNO» FAR-2127 № 2	крыша ходового мостика	3,85	62,6-89,6
		палуба ходового мостика	6,25	39,4-50,7
		палуба бака	8,2	36,5-40,3
		палуба юта	3,85	25,2-34,9

На крыше ходового мостика, палубе ходового мостика, палубе бака, палубе юта ППЭ ЭМП, создаваемая антеннами РЛС «FURUNO» FAR-2127 № 1 и РЛС «FURUNO» FAR-2127 № 2, во всех контрольных точках превышает установленные предельно допустимые уровни (18 мкВт/см^2) [99]. Исходя из допустимой энергетической экспозиции ЭМП, необходимо ограничивать время пребывания экипажа в вышеуказанных местах.

Перечень оборудования, расположение и высота подвеса антенн на судне MT112XL представлен в Таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Состав излучающего оборудования на судне MT112XL

№ п/п	Радиотехническое средство	Антенна	Расположение антенны	Высота установки антенны (м) от поверхности		
				крыши ходового мостика	палубы ходового мостика	палубы полубака
1	НРЛС Furuno FAR-2117	XN-20-AF (RSB-096)	мачта	4,9	9,1	11,8
2	НРЛС Furuno FAR-2137	SN-36-AF (RSB-098)	мачта	2,5	6,7	9,4
3	УКВ радиоустановка Furuno FM-8900S	CX4-3	мачта	9,0	13,2	15,9
4	УКВ радиоустановка Furuno FM-8900S	CX4-3	мачта	9,0	13,2	15,9
5	АИС Sailor 6280	CX4-3	крыша ходового мостика	1,0	5,2	7,9
6	ПВ/КВ радиоустановка Furuno FS-2575	KUM-803	крыша ходового мостика	1,0	5,2	7,9
7	СЗС Инмарсат Furuno Felcom-18	IC-118	мачта	11,3	15,5	18,2
8	СЗС Инмарсат Sailor 6130	3027LT	мачта	10,8	15,0	17,7
9	СЗС Iridium Pilot	ADU	крыша ходового мостика	1,0	5,2	7,9
10	СЗС VSAT Sailor 900	ADU	мачта	7,5	11,7	14,4

Анализ представленных данных показал, что судно MT1112XL оснащено существенно большим количеством источников ЭМП радиочастотного диапазона по сравнению с краболовным судном.

Результаты расчетного прогнозирования уровней напряженности электрического поля ПВ и УКВ ЭМП, создаваемых средствами связи на открытых палубах, представлены в Таблице 3.12.

Таблица 3.12 – Уровни напряженности электрического поля на открытых палубах судна MT1112XL

№ п/п	Передатчик радиосвязи	Палуба	Высота установки антенн, м	Напряженность электрического поля Е, В/м
1	УКВ радиоустановка «Furuno» FM-8900S	крыша ходового мостика	9	1,2-3,1
		палуба ходового мостика	13,2	1,3-1,8
		палуба полубака	15,9	0,8-1,3
2	АИС Sailor 6280	крыша ходового мостика	1	3,8-21,9
		палуба ходового мостика	5,2	1,3-5,2
		палуба полубака	7,9	0,6-1,9
3	ПВ/КВ радиоустановка «Furuno» FS-2575	крыша ходового мостика	1	17,3-99,9
		палуба ходового мостика	5,2	5,8-23,8
		палуба полубака	7,9	2,9-8,8

На крыше ходового мостика при работе АИС Sailor 6280 уровни напряженности электрического поля превышают установленные ПДУ (8,5 В/м) [99]. На крыше ходового мостика при работе передатчика ПВ/КВ радиоустановки «Furuno» FS-2575 уровни напряженности электрического поля превышают установленные ПДУ (25 В/м). При необходимости выполнения работ экипажем в данной зоне следует отключать оборудование РПУ.

На палубе ходового мостика и палубе полубака превышения предельно допустимых значений уровней напряженности электрического поля не установлено.

Результаты расчетного прогнозирования уровней ППЭ ЭМП, создаваемых на открытых палубах РЛС «FURUNO» FAR-2127 № 1 и «FURUNO» FAR-2137 № 2, на различных расстояниях от антенн представлены в Таблице 3.13.

Таблица 3.13 – Уровни плотности потока энергии электромагнитных полей, создаваемых на открытых палубах судна MT1112XL

№ п/п	РЛС	Палуба	Высота установки антенн, м	ППЭ, мкВт/см ²
1	«FURUNO» FAR-2127 № 1	крыша ходового мостика	4,9	19,5-30,5
		палуба ходового мостика	9,1	9,9-16,3
		палуба полубака	11,8	6,5-9
2	«FURUNO» FAR-2137 № 2	крыша ходового мостика	2,5	43,8-53,4
		палуба ходового мостика	6,7	11,8-17,9
		палуба полубака	9,4	8-10,2

Анализ полученных результатов позволил установить, что на крыше ходового мостика значения ППЭ ЭМИ, создаваемых антеннами РЛС, превышают установленные предельно допустимые уровни (18 мкВт/см²) [99].

Прогнозируемые уровни ППЭ электромагнитных излучений, создаваемых антеннами судовых земных станций спутниковой связи Furuno Felcom-18, Sailor 6130, Iridium Pilot, Sailor 900, представлены в Таблице 3.14.

Таблица 3.14 – Уровни плотности потока энергии, создаваемые антеннами судовых земных станций спутниковой связи

№ п/п	Судовая земная станция спутниковой связи	Палуба	Высота установки антенн, м	ППЭ, мкВт/см ²
1	Furuno Felcom-18	крыша ходового мостика	11,3	0,07-0,9
		палуба ходового мостика	15,2	0,2-0,4
		палуба полубака	18,2	0,1-0,2
2	Sailor 6130	крыша ходового мостика	10,8	0,03-0,4
		палуба ходового мостика	15	0,07-0,2
		палуба полубака	17,7	0,05-0,1
3	Iridium Pilot	крыша ходового мостика	1	1,9-64,8
		палуба ходового мостика	5,2	0,2-3,7
		палуба полубака	7,9	0,06-0,5
4	Sailor 900	крыша ходового мостика	7,5	0,7-2,3
		палуба ходового мостика	11,7	0,2-0,5
		палуба полубака	14,4	0,06-0,2

Установлено, что прогнозируемый уровень ППЭ электромагнитных излучений, создаваемых антенной судовой земной станции спутниковой связи

Iridium Pilot на крыше ходового мостика, превышает допустимый уровень (18 мкВт/см²) [99].

Измеренные максимальные уровни ЭМП в рулевой рубке при эксплуатации отдельных радиопередающих устройств связи представлены в Таблице 3.15.

Таблица 3.15 – Результаты измерения уровней ЭМП в рулевой рубке

№ п/п	Средство связи	Частота f, МГц	Напряженность электрической составляющей Е, В/м, на уровне, м		
			0,5 м	1 м	1,7 м
			ПДУ ЭМП частотой: 150 МГц – 10 В/м; 16 МГц – 30 В/м; 2 МГц – 50 В/м		
1	Sailor RT-2048	150	2,44	4,37	2,72
2	RT-5022	156	1,13	0,79	0,65
3	Sailor 5000	16	1,51	1,5	2,44
4	TRP-150 1S	8	3,2	1,5	1,4
5	SAILOR RM-2100	2	1,3	1,93	1,54

Исследования показали, что при работе современных радиопередатчиков связи УКВ, ПВ/КВ диапазонов, установленных в рулевой рубке, создаются ЭМП, не превышающие ПДУ [99]. На открытых палубах интенсивность ЭМП, создаваемых передатчиками различных типов, в зависимости от высоты установки и расстояния от антенны, может превышать установленные предельно допустимые уровни. Максимальные уровни регистрировались у леерных ограждений антенн: в диапазонах ПВ/КВ они достигали 150 В/м, в диапазоне УКВ составляли от 2 до 30 В/м.

Результаты измерений уровней ЭМП промышленной частоты в различных производственных помещениях на местах постоянного и временного пребывания плавсостава на судах, в каютах представлены в Таблице 3.16.

Таблица 3.16 – Результаты измерений напряженности электрического поля и магнитной индукции

№ п/п	Место измерения	Электрическое поле, В/м	Магнитная индукция, мкТл
1	Центральный пост управления	15 – 100	0,32 – 13,8
2	Машинное отделение	36 – 150	0,23 – 5,98
3	Отделение гребных двигателей	25 – 70	11,9 – 28,4
4	Каюты	38 – 50	0,18 – 0,2

Анализ полученных результатов позволил установить, что уровни электрических и магнитных полей промышленной частоты на рабочих местах ниже предельно допустимого значения ЭП – 5 кВ/м и МП – 100 мкТл [8]. В каютах значения ЭП и МП не превышали ПДУ, установленные для жилых помещений (500 В/м и 10 мкТл соответственно) [99].

Предельные значения коэффициента ослабления геомагнитного поля в производственных помещениях судов представлены в Таблице 3.17.

Таблица 3.17 – Вариации коэффициента ослабления геомагнитного поля в помещениях судов

№ п/п	Помещение	Коэффициент ослабления геомагнитного поля ($K_0^{\text{ГМП}}$)
1	Рубка	1,63 – 3,58
2	Машинное отделение	1,63 – 6,57
3	Центральный пост управления	2,25 – 6,2

Результаты исследований показали, что на рабочих местах экипажа значения коэффициента ослабления геомагнитного поля в разных зонах пространства варьируют в широких пределах. В отдельных зонах помещений значения могут превышать установленные ПДУ [99].

Таким образом, согласно расчетному прогнозированию на открытых палубах, значения ППЭ ЭМИ, создаваемых антеннами РЛС, судовых земных станций, превышают установленные предельно допустимые уровни (18 мкВт/см²). Уровни напряженности электрического поля ПВ и УКВ ЭМП, создаваемых средствами связи на открытых палубах, превышают установленные ПДУ (8,5 В/м), при работе передатчика ПВ/КВ уровни напряженности электрического поля превышают установленные предельно допустимые уровни (25 В/м) [99]. Полученные результаты расчетного прогнозирования позволяют еще на стадии проектирования разработать мероприятия по защите экипажа от электромагнитного излучения, а также при проведении модернизации электрооборудования и радиоэлектронных средств.

3.3 Гигиеническая характеристика освещения на судах смешанного типа

Для судов характерны следующие особенности освещенности, влияющие на гигиеническую оценку: наличие помещений без естественного света, в которых повышенные требования к искусственному освещению и организации профилактического ультрафиолетового облучения; сложные условия эксплуатации – вибрация, качка, агрессивная водная среда, что требует применения светильников соответствующего исполнения; сменный режим работы — необходимость обеспечения адекватного освещения в ночное время.

Результаты измерения и гигиенической оценки освещения в помещениях судна приведены в Таблице 3.18.

Таблица 3.18 – Результаты измерения и гигиенической оценки освещения в помещениях судна

Наименование помещения / рабочего места	Плоскость нормирования	Норматив освещенность (люминесцентные лампы), лк	Результаты измерения, лк	Результаты оценки
Рубка	Горизонтальная 0,8 м	200	167 ± 24	Не соответствует
Машинное отделение (ЦПУ)	Горизонтальная 0,8 м	150	165 ± 28	Соответствует
Каюты экипажа	Горизонтальная 0,8 м	100	92 ± 18	Соответствует
Коридоры, проходы	На уровне палубы	50	76 ± 29	Соответствует
Трапы	На ступенях	50	78 ± 16	Соответствует

При гигиенической оценке установлено снижение освещенности на рабочих поверхностях в ходовой рубке (за счет несоответствия мощности ламп проектным значениям), отсутствие естественного освещения в помещениях постоянного пребывания обусловленное конструктивными особенностями судна и высокий коэффициент пульсации 34-40 % за счет отсутствия расфазировки светильников.

Выявленные несоответствия формируют зрительное утомление при выполнении профессиональных обязанностей, особенно в ночное время суток.

3.4 Гигиеническая характеристика параметров микроклимата на судах смешанного типа

Основной особенностью гигиенического нормирования микроклимата на судах является использование комплексного показателя – результирующей температуры (РТ), который учитывает совместное влияние температуры воздуха, влажности, скорости движения воздуха и температуры ограждающих поверхностей.

Дополнительными особенностями являются наличие различных климатических районов плавания – нормативы РТ дифференцированы по бассейнам, значительное влияние температуры ограждений (бортов, палубы) на тепловое самочувствие, наличие помещений с тепловыделениями (машинные отделения, камбуз), сменный режим работы (необходимость обеспечения комфортных условий в любое время суток).

Результаты оценки микроклиматических условий в судовых помещениях, оборудованных системами кондиционирования воздуха (в градусах результирующих температур) представлены в Таблице 3.19.

Таблица 3.19 – Результаты оценки микроклиматических условий в судовых помещениях, оборудованных системами кондиционирования воздуха (в градусах результирующих температур)

Наименование помещения / рабочего места	Период	Норматив	Результаты измерения	Результаты оценки
Рубка	Холодный*	$18,1 \pm 0,9$	$16,5 \pm 2,4$	Не соответствует
	Теплый**	$23,2 \pm 1,15$	$21,3 \pm 8,3$	Не соответствует
Машинное отделение (главный пост)	Холодный*	$18,1 \pm 0,9$	$19,3 \pm 1,5$	Не соответствует
	Теплый**	$23,2 \pm 1,15$	$26 \pm 1,7$	Не соответствует
Каюты экипажа	Холодный*	$18,1 \pm 0,9$	$18,3 \pm 0,7$	Соответствует
	Теплый**	$23,2 \pm 1,15$	$23,1 \pm 1,5$	Соответствует
Коридоры, проходы	Холодный*	$18,1 \pm 0,9$	$18,3 \pm 0,7$	Соответствует
	Теплый**	$23,2 \pm 1,15$	$23,1 \pm 1,5$	Соответствует

Продолжение таблицы 3.19

Трапы	Холодный*	$18,1 \pm 0,9$	$17,8 \pm 0,6$	Соответствует
	Теплый**	$23,2 \pm 1,15$	$23,0 \pm 1,1$	Соответствует
*Холодный период (температура наружного воздуха $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже)				
**Теплый период (температура наружного воздуха выше $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$)				

Анализ полученных результатов позволил установить превышение нормативных значений РТ в теплый период из-за недостаточной мощности систем кондиционирования воздуха и пониженные значения РТ в холодный период в результате недостаточной теплоизоляции и неэффективности системы отопления. Кроме того, зарегистрированы повышенная подвижность воздуха (сквозняки), что приводит к дискомфорту и локальному охлаждению и неравномерность температуры ограждений и воздуха. Выявленные несоответствия параметров микроклимата судовой среды гигиеническим нормативам, условия труда оценены как класс 3.1.

Таким образом, основными проблемами в эксплуатации являются несоответствие фактических параметров нормативным значениям, неравномерность температурных полей и недостаточная эффективность систем кондиционирования, что требует регулярного производственного контроля и своевременного технического обслуживания судовых систем обеспечения микроклимата.

3.5 Гигиеническая оценка тяжести и напряженности труда на судах смешанного типа

При оценке тяжести и напряженности использованы результаты хронометражных наблюдений (фиксация продолжительности выполнения различных операций в течение рабочей смены) и расчетных методов (определение

физической динамической нагрузки, статической нагрузки и экспертной оценки для показателей, не поддающихся прямому измерению).

Основными оцениваемыми показателями для судоводителей являются интеллектуальные и эмоциональные нагрузки высшей степени и сменный режим работы. Для рулевых – рабочая поза, сенсорные нагрузки (наблюдение за обстановкой), эмоциональные нагрузки (ответственность за безопасность), режим работы. Для механиков – физическая динамическая нагрузка, статическая нагрузка, рабочая поза, сенсорные нагрузки (контроль приборов).

Оценка проведена с учетом различных режимов плавания: ходовой режим – судно в движении, выполнение основных профессиональных обязанностей; стояночный режим – судно у причала (выполнение ремонтных и погрузочно-разгрузочных работ, административной работы); штормовые условия – повышенные нагрузки на вестибулярный аппарат и сенсорные системы.

Результаты оценки тяжести и напряженности труда изучаемых профессиональных групп членов экипажа приведены в Таблице 3.20.

Анализ полученных результатов показал, что особенностью судовых профессий является высокий уровень напряженности труда (класс 3.1 у механиков и рулевых, класс 3.2 у судоводителей).

Таблица 3.20 – Результаты оценки напряженности труда изучаемых профессиональных групп членов экипажа

Профессия	Характерные нагрузки	Оценка
Судоводители	Высокая ответственность за безопасность, решение сложных задач, ненормированный рабочий день, большое число объектов наблюдения, сменная работа	Класс 3.2
Рулевые	Длительное сосредоточенное наблюдение, нагрузка на зрение и слух, ночные вахты	Класс 3.1
Механики	Контроль работы приборов и оборудования, плотность сигналов	Класс 3.1

Резюме. При оценке за 8-часовую рабочую смену уровни шума и вибрации не превышают гигиенических нормативов (класс 2 – допустимые). При расчете кумулятивной дозы с учетом круглосуточного воздействия в течение навигационного периода установлено, что для судоводителей и рулевых шумовая нагрузка достигает класса 3.1 (вредные 1-й степени) уже через 20 суток, класса 3.2

– через 60 суток непрерывной экспозиции; для механиков воздействие вибрации соответствует классу 3.1 через 30 суток, классу 3.2 – через 60 суток. Выявленные уровни создают риск развития профессиональной нейросенсорной тугоухости и производственно обусловленных сердечно-сосудистых заболеваний. Ведущим неблагоприятным фактором трудового процесса является высокая напряженность: для судоводителей – класс 3.2 (высокая ответственность, ненормированный режим, большое число объектов наблюдения); для рулевых и механиков – класс 3.1. Тяжесть труда характеризуется умеренными физическими нагрузками с преобладанием статической позы и перемещений по вертикали. Специфические условия (качка, вахтовый метод 6 месяцев, изоляция, сочетанное действие факторов) усугубляют выявленные риски. Проведенная комплексная гигиеническая оценка показала необходимость разработки и внедрения целенаправленных профилактических мероприятий и пересмотра подходов к гигиеническому нормированию с учетом специфики судовой среды.

ГЛАВА 4 ХАРАКТЕРИСТИКА ДИНАМИКИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗДОРОВЬЯ ЧЛЕНОВ ЭКИПАЖА, ЗАНЯТЫХ УПРАВЛЕНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМИ ПАССАЖИРСКИМИ СУДАМИ СМЕШАННОГО ТИПА

4.1 Анализ субъективной оценки здоровья членов экипажа в навигационный период

Анализ возрастного состава обследованных членов экипажа показал, что средний возраст составил 35,3 года и варьировался от 19 до 52 лет. Распределение стажа (лет) характеризовалось высоким значением коэффициента вариации v ($v = sd/M \times 100 = 12/14,3 \times 100 = 85 \%$), что свидетельствовало о выраженной неоднородности этого показателя и несоответствии его распределения нормальному закону. Медианное значение стажа составило 13 лет; минимальное – 1 год; максимальное – 32 года; интерквартильный размах – 16,5 лет (от 4 до 20,5 лет) (Таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Характеристика возраста и стажа профессиональной деятельности членов экипажа, участвующих в исследовании

Показатель	Характеристика
Возраст, лет ($M \pm sd$)	$35,3 \pm 12,7$
Стаж работы, лет ($[Me [Q1; Q3]]$)	13,0 [4,0; 20,5]

Результаты социологического опроса членов экипажа автоматизированных пассажирских судов смешанного типа плавания представлены на рисунках 4.1–4.14. Сравнительный анализ проведен для двух стажевых групп: до 10 лет и более 10 лет.

Анализ удовлетворенности работников организацией и режимом работы в конце навигационного периода выявил значимые различия между стажевыми группами ($\chi^2 = 11,92$; $p = 0,0026$) (Рисунок 4.1). В группе членов экипажа со

стажем до 10 лет лишь 7,1 % полностью удовлетворены, в то время как 64,3 % выразили неудовлетворенность, а 28,6 % не определились с оценкой. В группе с опытом работы более 10 лет доля удовлетворенных сотрудников незначительно возрастает (до 13,9 %), однако подавляющее большинство (86,1 %) остаются неудовлетворенными ($p = 0,041$ по сравнению со стажевой группой до 10 лет). Примечательно, что высокая доля неопределившихся (28,6 %) в группе со стажем менее 10 лет может указывать на их нежелание открыто выражать негативное мнение или на отсутствие четкого понимания критериев оценки. Высокая неудовлетворенность в группе с большим стажем может быть связана с накоплением усталости от однообразной работы, ограниченными возможностями для профессионального роста или несоответствием ожиданий реальным условиям труда.

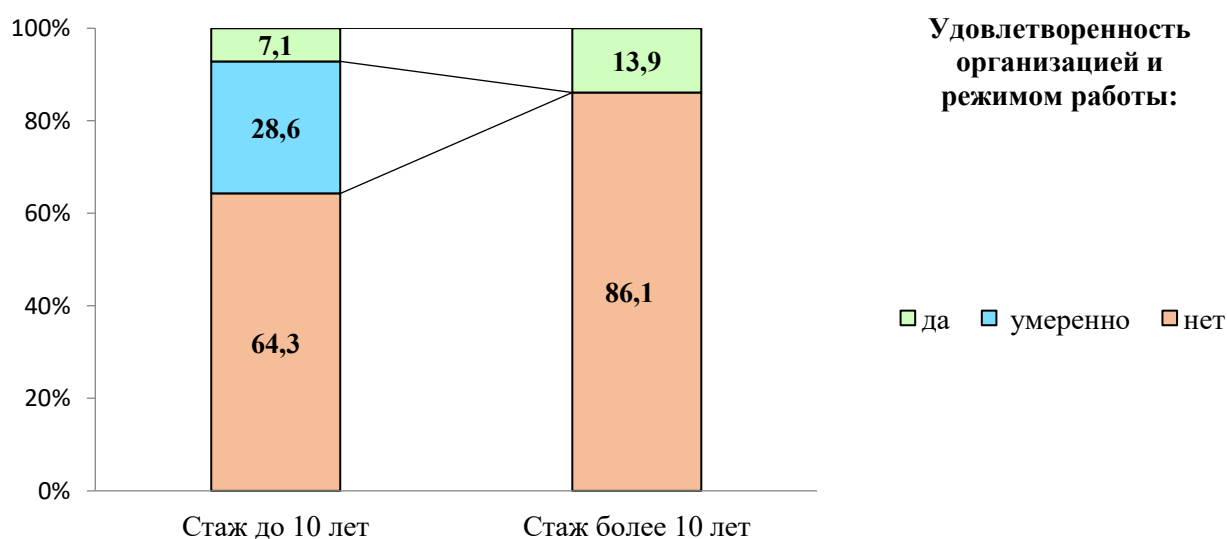


Рисунок 4.1 – Распределение ответов работников об удовлетворенности организацией и режимом работы в зависимости от стажа

Субъективная оценка выраженности напряженности и воздействия социально-психологических факторов трудового процесса в стажевой группе до 10 лет составляет 28,6 %, в возрастной группе более 10 лет составляет 41,7 %, т.е. в 1,5 раза больше (Рисунок 4.2).

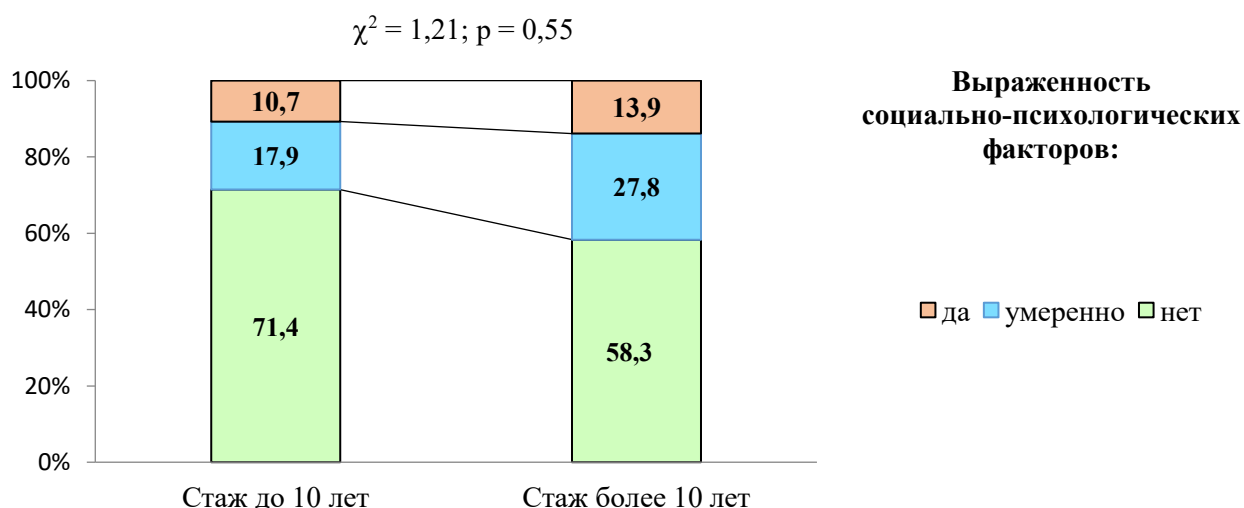


Рисунок 4.2 – Субъективная оценка выраженности социально-психологических факторов трудового процесса

Оценка неудовлетворенности работников санитарно-гигиеническими условиями в течение навигационного периода в стажевой группе до 10 лет составляет 82,1 %, в стажевой группе более 10 лет сокращается до 58,3 % (в 1,4 раза, $p = 0,041$) (Рисунок 4.3). Снижение неудовлетворенности санитарно-гигиеническими условиями в группе с большим стажем может быть связано с адаптацией к условиям труда, или снижением чувствительности.

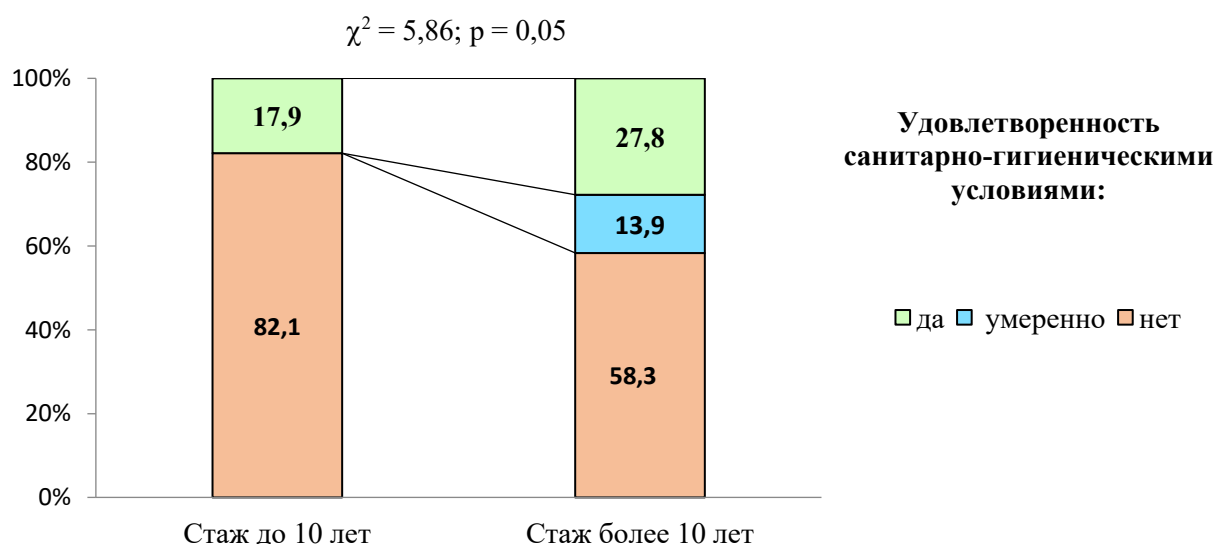


Рисунок 4.3 – Распределение ответов членов экипажа об удовлетворенности санитарно-гигиеническими условиями

Результатом воздействия факторов судовой среды можно считать самочувствие обследованных членов экипажа.

Анализ свидетельствует о том, что общее самочувствие к концу навигационного периода у членов экипажа со стажем до 10 лет в основном не изменяется и в 10,7 % случаев даже улучшается. Доля членов экипажа, у которых самочувствие ухудшается, составляет 17,9 %. У членов экипажа со стажем более 10 лет лица, у которых самочувствие улучшилось, отсутствуют. Доля лиц, у которых самочувствие ухудшилось, в 1,5 раза больше, чем у стажевой группы до 10 лет и составляет 27,8 % (при $p > 0,05$), т.е. практически треть опрошенных (Рисунок 4.4).

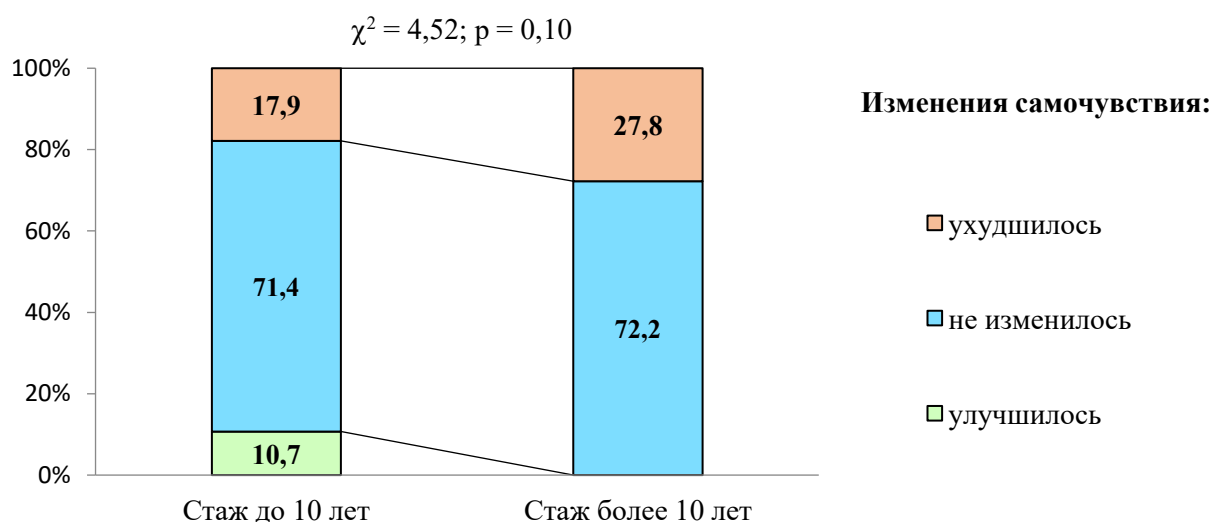


Рисунок 4.4 – Доля работников с разным видом самочувствия в зависимости от стажа

Результаты опроса позволили выявить, что в стажевой группе более 10 лет 13,9 % опрошенных испытывали неприятные ощущения в области сердца (Рисунок 4.5).

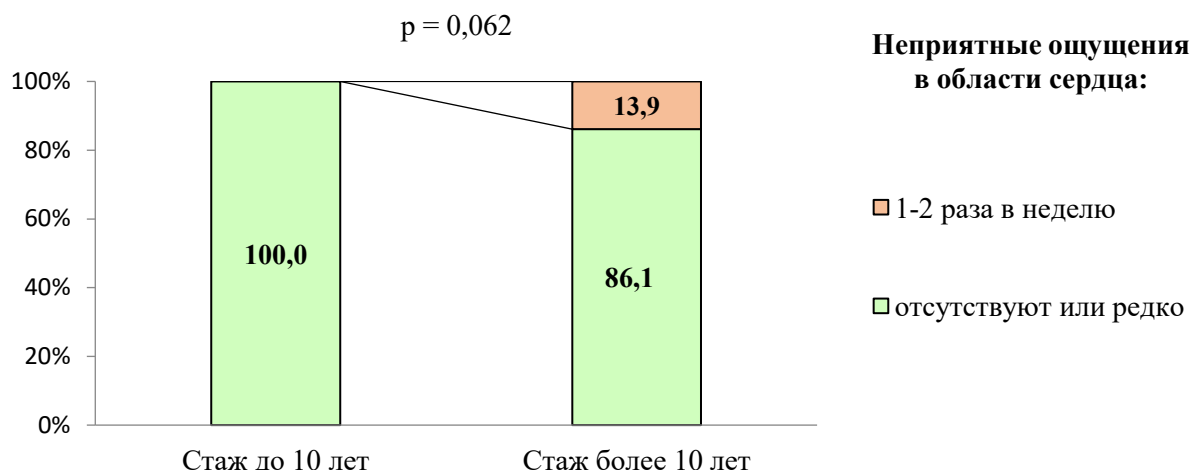


Рисунок 4.5 – Частота неприятных ощущений в области сердца у членов экипажа

Нарушение сна регистрировали 28,6 % опрошенных стажевой группы до 10 лет и 72,2 % опрошенных стажевой группы более 10 лет ($p < 0,001$) (Рисунок 4.6).

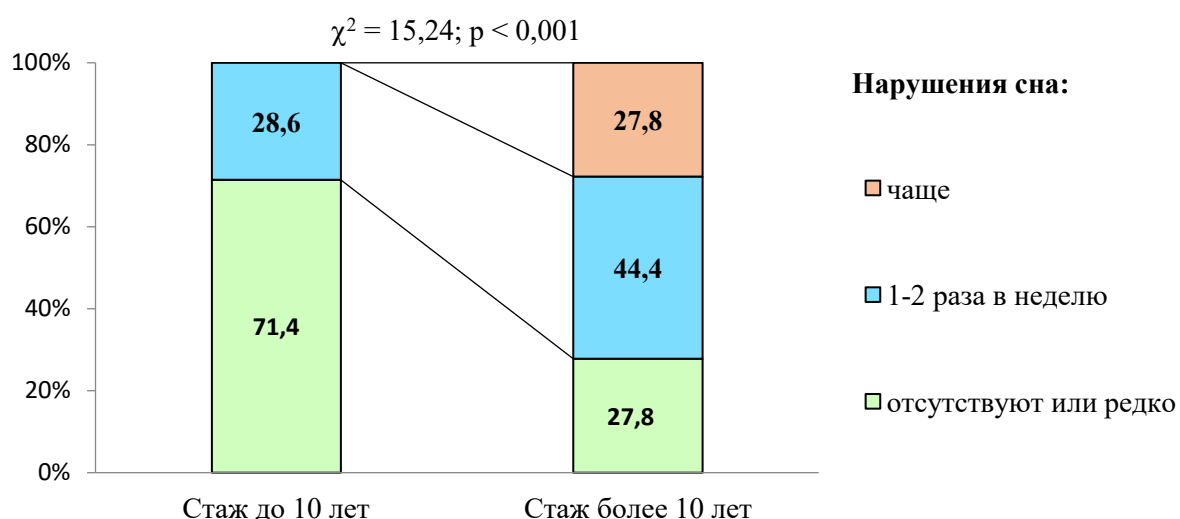


Рисунок 4.6 – Частота нарушений сна у членов экипажа

Нетерпеливость, несдержанность, раздражительность в конце навигационного периода регистрируют 17,9 % опрошенных стажевой группы до 10 лет, в стажевой группе более 10 лет доля таких лиц статистически значимо ($p = 0,0011$) выше и составляет 58,4 % (Рисунок 4.7).

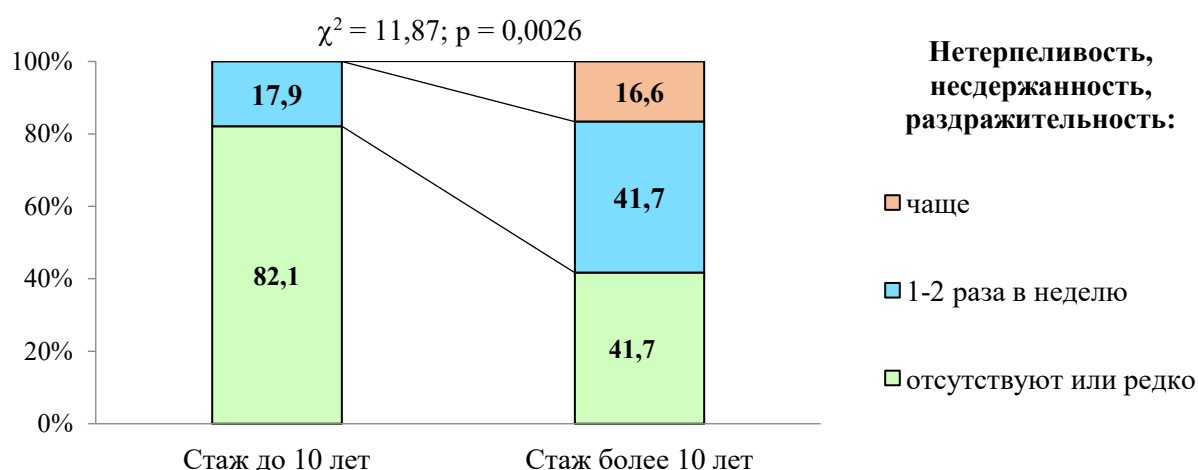


Рисунок 4.7 – Частота психоэмоциональных нарушений у членов экипажа

Высокий уровень раздражительности у опытных членов экипажа может негативно сказываться на межличностных отношениях в коллективе и повышать риск конфликтных ситуаций.

Необходимо обратить внимание на факт появления в конце навигационного периода болей в спине и коленях у 17,9 % членов экипажа стажевой группы до 10 лет и 58,3 % членов экипажа стажевой группы более 10 лет ($p = 0,0011$) (Рисунок 4.8, 4.9). В стажевой группе до 10 лет отмечают снижение остроты слуха 10,7 % опрошенных. К концу навигационного периода у 27,8 % членов экипажа со стажем более 10 лет отмечается снижение остроты слуха. Этот показатель в 3 раза превышает показатели в группе со стажем до 10 лет (10,7 %, $p = 0,092$) (Рисунок 4.10).

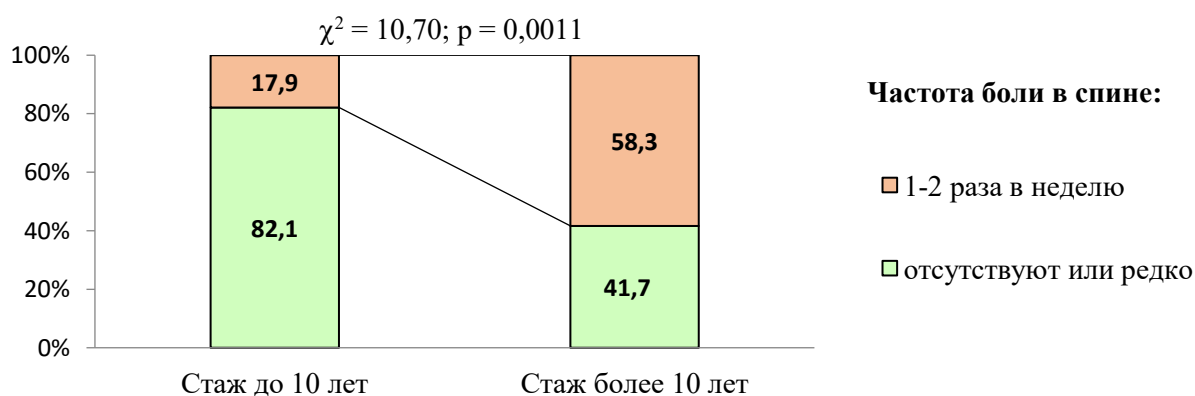


Рисунок 4.8 – Частота болей в спине у членов экипажа

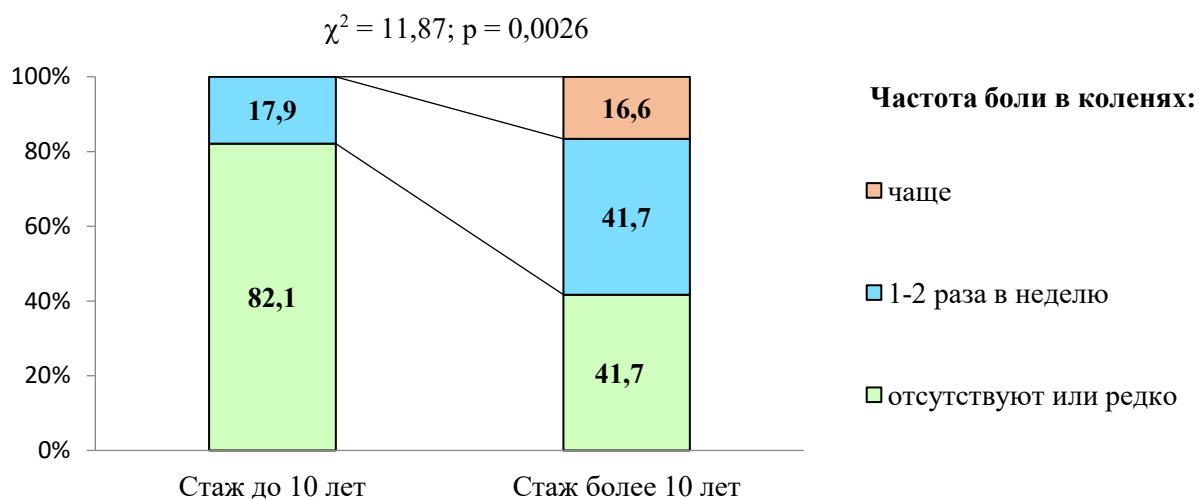


Рисунок 4.9 – Частота болей в коленных суставах у членов экипажа

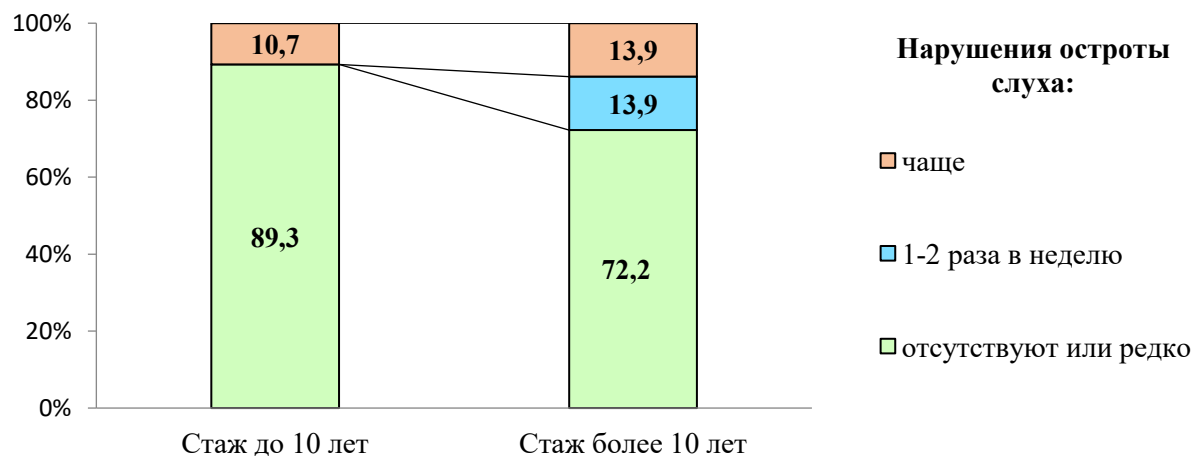


Рисунок 4.10 – Частота снижения остроты слуха у членов экипажа

Анализ показателей заболеваемости опрошенных показал, что не болели за прошедший календарный год 71,4 % в стажевой группе до 10 лет и только 27,8 % опрошенных в стажевой группе более 10 лет (меньше в 2,5 раза, $p < 0,001$) (Рисунок 4.11).

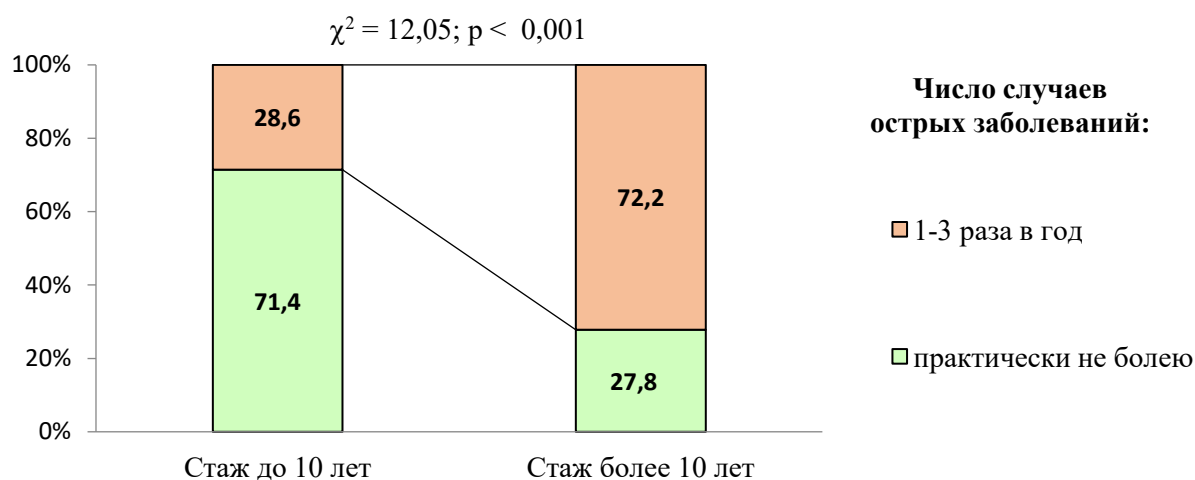


Рисунок 4.11 – Частота острых заболеваний у членов экипажа за календарный год

Все опрошенные члены экипажа стажевой группы до 10 лет сообщили, что не имеют хронических заболеваний ССС и ОДА. Отсутствие хронических заболеваний в данной группе может быть связано с возрастными особенностями. Из числа членов экипажа со стажем более 10 лет 13,9 % сообщили о наличии у них заболевания ССС (медикаментозно купируемая гипертоническая болезнь) или ОДА (Рисунок 4.12 и 4.13).

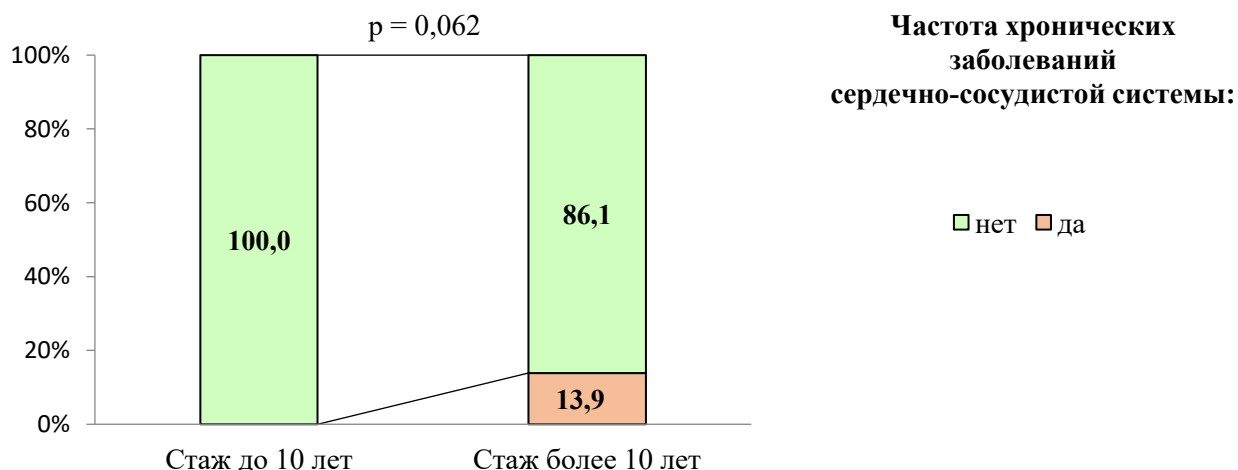


Рисунок 4.12 – Распространенность хронических заболеваний сердечно-сосудистой системы

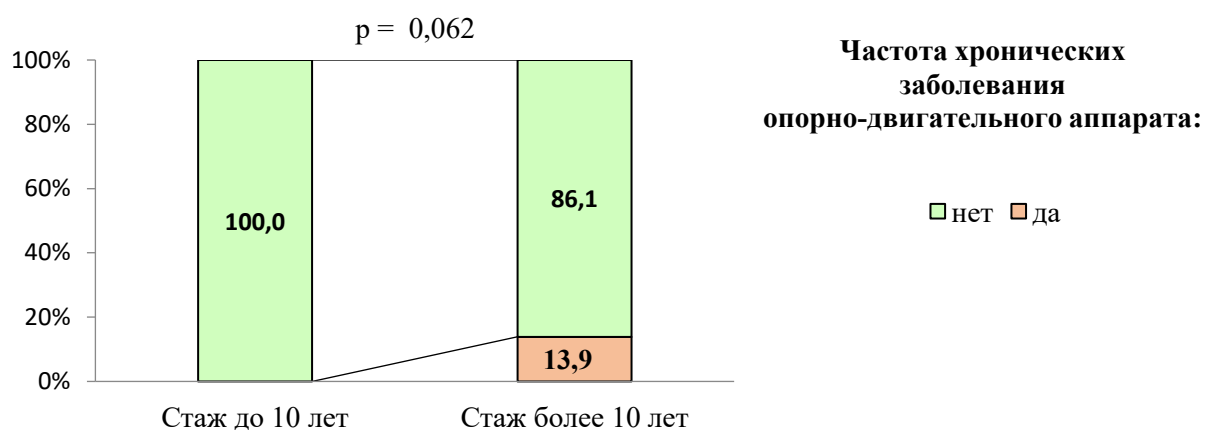


Рисунок 4.13 – Распространенность хронических заболеваний опорно-двигательного аппарата

Сводные данные о структуре регистрации изменений в организме членов экипажа к концу периода навигации представлены на Рисунке 4.14.

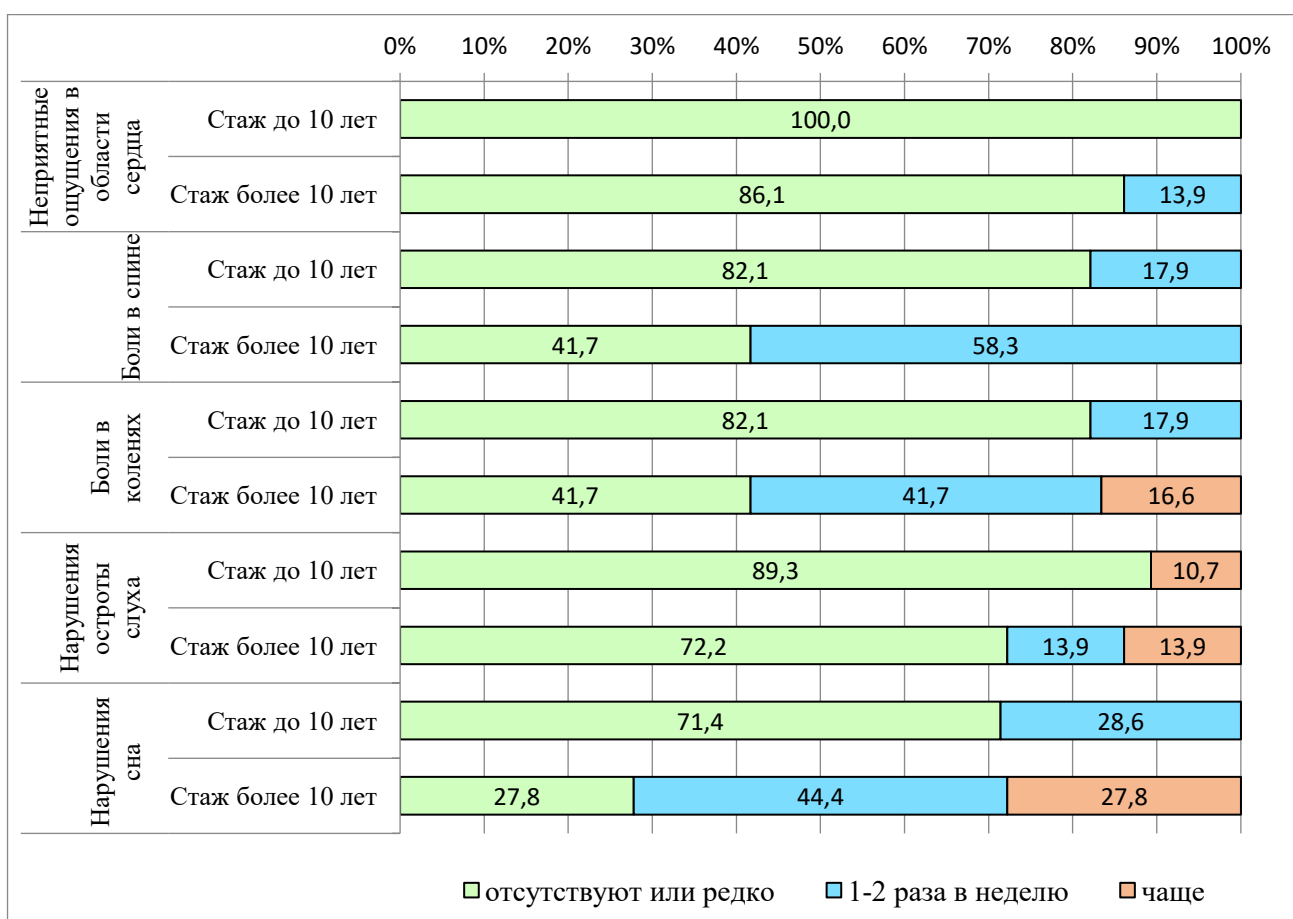


Рисунок 4.14 – Сравнительная характеристика функциональных нарушений у членов экипажа с различным стажем работы к концу навигации

Анализ субъективной оценки здоровья членов экипажа в навигационный период выявил ряд важных тенденций:

- во-первых, удовлетворенность организацией и режимом работы, санитарно-гигиеническими условиями снижается с увеличением стажа. При этом, несмотря на кажущуюся адаптацию к условиям судовой среды, у членов экипажа со стажем более 10 лет возрастает выраженность субъективного ощущения напряженности и воздействия социально-психологических факторов.

- во-вторых, к концу навигационного периода у опытных членов экипажа (стаж более 10 лет) отмечается ухудшение самочувствия, более частые нарушения сна, раздражительность, боли в спине и коленях, снижение остроты слуха, увеличение числа регистрируемых заболеваний (в том числе хронических заболеваний сердечно-сосудистой системы и опорно-двигательного аппарата).

- в-третьих, наблюдается четкая взаимосвязь между стажем работы и ухудшением показателей здоровья. Члены экипажа с большим стажем чаще сообщают о негативных изменениях в самочувствии и физическом состоянии, что свидетельствует о накопительном эффекте воздействия факторов судовой среды и напряженного труда.

Полученные результаты подчеркивают необходимость разработки и внедрения комплекса мер, направленных на улучшение условий труда и отдыха членов экипажа и на профилактику профессиональных заболеваний, особенно у работников с большим стажем.

4.2 Результаты исследования психофизиологических показателей здоровья членов экипажа в течение навигационного периода

Результаты исследования, выполненного по методике оценки САН, представлены в Таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Изменение показателей оценки САН у членов экипажа в течение навигационного периода

Период навигации	САН, балл ($M \pm m$)	Доля лиц с оценкой, %		
		1-3 балла	3,5-4,5 балла	5-7 баллов
До навигации	4,65±0,29	12,5	71,9	15,6
1 месяц	5,01±0,16	9,4	75,0	15,6
2 месяца	5,43±0,17	7,8	75,0	17,2
3 месяца	5,44±0,21	7,8	78,1	14,1
4 месяца	4,23±0,33	18,8	70,3	10,9
5 месяцев	3,98±0,32	28,2	60,9	10,9
6 месяцев	3,64±0,34	32,8	56,3	10,9

Результаты исследований САН показали, что средняя оценка до навигации составляет $4,65 \pm 0,29$. Оценка выше 4-х баллов указывает на благоприятное состояние организма. В середине периода навигации средняя оценка состояния членов экипажа улучшилась. Доля лиц, имеющих оценку 5 и более, увеличилась до 17 % (второй месяц навигации). На четвертом месяце периода навигации доля лиц, у которых преобладает хорошее самочувствие и настроение, стабилизировалась на 10,9 %. Доля лиц, у которых определены показатели от 1 до 3 баллов, т.е. преобладание плохого настроения и самочувствия за период навигации увеличилось в 2,6 раза, в основном за счет снижения доли лиц с благоприятным состоянием организма членов экипажа.

При анализе полученных результатов установлено, что в начале периода навигации показатель САН в диапазоне 1-3 балла (преобладание плохого настроения) находилось 12,5 % членов экипажа, в середине навигационного периода доля лиц с плохим настроением уменьшилась до 7,8 %. В конце навигации 32,8 %, то есть каждый третий судоводитель показал результаты, характеризующиеся как плохое настроение. Обследованные лица, у которых «чаще всего доминирует хорошее настроение» – 5-7 баллов в начале навигационного периода составляли 15,6 %. Показатель равномерно снижался к концу навигационного периода и составил 10,9 %. Аналогичная динамика определена и для доли лиц с «изменчивым настроением» (3,5-4,5 балла). Результаты свидетельствуют, что длительный навигационный период

сопровождается изменением настроения членов экипажа в направлении его ухудшения.

Динамика изменений показателей функционального состояния ЦНС у членов экипажа в навигационный период приведена в Таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Изменение психофизиологических показателей у членов экипажа в навигационный период

Период навигации	Показатели ($M \pm m$)				
	Тест «кольца Ландольта», с		Количество ошибок		САН, балл
До навигации	381±3,11	24,88	12,0±0,81	6,48	4,65±0,29
1 месяц	361±2,69	21,52	10,2±0,64	5,12	5,01±0,16
2 месяца	353±1,87	14,96	8,22±0,56	4,48	5,43±0,17
3 месяца	374±3,91	31,28	10,1±0,90	7,2	5,44±0,21
4 месяца	388±4,47	35,76	14,9±0,86	6,88	4,23±0,33
5 месяцев	390±4,51	36,08	15,8±0,91	7,28	3,98±0,32
6 месяцев	396±4,52	36,16	17,8±0,87	6,96	3,64±0,34

До навигации исходный уровень характеризуется временем выполнения как «среднее» (381 с), ошибок умеренно много (12,0), самочувствие среднее (4,65). На первом месяце навигации зарегистрировано резкое улучшение по всем параметрам. Скорость работы увеличилась (361 с), точность повысилась (10,2), самочувствие улучшилось (5,01). Определена стандартная фаза вработывания и адаптации. Организм вошел в рабочий ритм, возможно, сказался эффект мобилизации и положительного стресса (эустресса). На втором месяце выявлен пик работоспособности. Организм полностью адаптировался к нагрузкам и эффективно функционирует. На третьем месяце навигации выявлены первые признаки утомления. Средняя скорость заметно снизилась (время увеличилось на 21 с по сравнению с предыдущим месяцем). Точность ухудшилась, вернулась к уровню 1-го месяца. Самочувствие стабильно высокое (плато). Результаты можно интерпретировать как начало кумулятивного утомления. Объективные показатели (время, ошибки) ухудшаются, но субъективное ощущение еще хорошее. Это может быть опасным диссонансом. На четвертом месяце выявлено значительное ухудшение состояния. Скорость снизилась ниже показателя до навигации. Точность резко упала, превысив исходный уровень (14,9). Самочувствие

значительно ухудшилось (4,23). Резервы организма истощаются, что отражается на всех показателях. Период можно характеризовать как фаза «выраженного утомления и компенсаторного перенапряжения». Пятый и шестой месяцы характеризуются критическим ухудшением. Скорость работы минимальна за весь период (396 с), точность наихудшая (17,8), субъективное состояние самое негативное (3,98). Организм не справляется с нагрузкой. Работа в таком состоянии опасна и с точки зрения производительности, и с точки зрения вероятности ошибок. Общее состояние можно характеризовать как «фаза истощения или срыва адаптации».

Полученные результаты наглядно демонстрируют, что устойчивая работоспособность членов экипажа в условиях длительной навигации сохраняется не более 2-3 месяцев. Последующий спад носит выраженный характер и создает прямые риски для безопасности судоходства. Результаты обосновывают необходимость регламентированной длительности навигационных периодов и обязательных мер по профилактике утомления.

Изменения показателей функционального состояния центральной нервной системы членов экипажа в течение навигационного периода представлены в Таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Результаты исследования функционального состояния центральной нервной системы ($M \pm m$)

Показатель	До навигации (1)	Середина навигации (2)	Конец навигации (3)	Статистическая значимость различий, $p \leq 0,05$
Тест КЧСМ (средняя частота, Гц)	$43,2 \pm 6,7$	$43,1 \pm 6,4$	$40,9 \pm 6,1$	$p_{1,2} = 0,94$ $p_{1,3} < 0,001$ $p_{2,3} < 0,001$
Реакция выбора (среднее значение времени реакции, миллисекунды)	$460,7 \pm 76,0$	$431,0 \pm 57,8$	$467,7 \pm 66,0$	$p_{1,2} < 0,001$ $p_{1,3} = 0,97$ $p_{2,3} < 0,001$
Коэффициент точности Уиппла	$0,90 \pm 0,076$	$0,91 \pm 0,066$	$0,86 \pm 0,069$	$p_{1,2} = 0,87$ $p_{1,3} < 0,001$ $p_{2,3} < 0,001$
Показатель работоспособности	$12,3 \pm 2,7$	$10,4 \pm 3,6$	$10,4 \pm 2,8$	$p_{1,2} < 0,001$ $p_{1,3} < 0,001$ $p_{2,3} = 0,99$

Анализ полученных результатов с учетом высокой статистической значимости ($p < 0,001$) изменений показателей функционального состояния центральной нервной системы за навигационный период, позволил сделать следующие выводы:

– КЧСМ (критическая частота слияния мельканий): отмечается высоко значимое ($p < 0,001$) снижение средней частоты КЧСМ к концу навигации ($40,9 \pm 6,1$ Гц) по сравнению с началом ($43,2 \pm 6,7$ Гц). Снижение КЧСМ указывает на ухудшение функционального состояния зрительного анализатора, снижение его лабильности и, вероятно, на развитие утомления;

– реакция выбора (среднее значение времени реакции): время реакции выбора статистически значимо ($p < 0,001$) уменьшается к середине навигации ($431,0 \pm 57,8$ мс) по сравнению с началом ($460,7 \pm 76,0$ мс), а затем вновь увеличивается к концу ($467,7 \pm 66,0$ мс; ($p < 0,001$ относительно значений в середине навигации). Улучшение реакции выбора к середине навигации может быть связано с адаптацией к условиям труда и формированием профессиональных навыков. Увеличение времени реакции к концу, несмотря на адаптацию, вероятно отражает нарастающее утомление и снижение концентрации внимания;

– коэффициент точности Уиппла: наблюдается высоко значимое ($p < 0,001$) снижение коэффициента точности Уиппла к концу навигации ($0,86 \pm 0,069$; $p < 0,001$) по сравнению с началом ($0,90 \pm 0,076$) и серединой ($0,91 \pm 0,066$; $p < 0,001$). Снижение коэффициента точности Уиппла свидетельствует об ухудшении координации движений и снижении способности к точной дифференцировке сигналов, что может быть следствием утомления;

– показатель работоспособности: отмечается статистически значимое снижение к середине навигации ($10,4 \pm 3,6$; $p < 0,001$) по сравнению с началом ($12,3 \pm 2,7$) и сохранение его на этом уровне к концу ($10,4 \pm 2,8$). Снижение показателя работоспособности указывает на уменьшение функциональных резервов организма и снижение общей эффективности деятельности, что характерно для состояния утомления и/или переутомления.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что к концу навигации отмечается ухудшение зрительного восприятия, координации движений, снижение точности выполнения задач и общей работоспособности, что указывает на развитие утомления и снижение функциональных резервов организма.

Результаты исследования подвижности нервных процессов (медианы показателей и интерквартильные размахи [Q1; Q3], уровни значимости по критерию Фридмана) представлены в Таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Результаты исследования подвижности нервных процессов

Показатель	До навигации (1)	Середина навигации (2)	Конец навигации (3)	Статистическая значимость различий, $p < 0,05$
Показатель стресса	12,1 [8,3; 25,2]	7,6 [1,8; 19,8]	12,4 [6,9; 19,6]	$p_{1,2} < 0,001$ $p_{1,3} = 0,042$ $p_{2,3} = 0,074$
Степень выраженности свойства торможения	0,8 [0,2; 1,3]	0,8 [-0,4; 2,3]	- 0,7 [-3,6; 2,5]	$p_{1,2} = 0,065$ $p_{1,3} = 0,31$ $p_{2,3} < 0,001$
Степень выраженности свойства возбуждения	1,7 [0,7; 3,3]	- 2,2 [-3,6; 0,0]	0,9 [-0,3; 3,0]	$p_{1,2} < 0,001$ $p_{1,3} = 0,027$ $p_{2,3} < 0,001$
p – значимость рангового критерия Вилкоксона при сравнении показателя на 2-х периодах наблюдения				

Результаты исследования подвижности нервных процессов, отражающие статистически значимую динамику ($p < 0,001$, $p = 0,029$; $p < 0,001$) психоэмоционального состояния (стресса, торможения и возбуждения) у исследуемой группы на протяжении навигационного периода позволили установить, что показатель стресса снижается к середине навигации (7,6; $p < 0,001$) по сравнению с началом (12,1), но к концу возвращается к исходному уровню (12,4). Широкий интервал значений в каждой точке измерения указывает на значительную индивидуальную вариативность уровня стресса в группе. Результаты дисперсионного анализа свидетельствуют о высокой статистической значимости ($p < 0,001$) изменений показателя стресса в течение навигационного периода. Снижение стресса в середине навигации может быть периодом адаптации к условиям работы. Однако, возврат к исходному уровню к концу

периода может отражать накопление усталости, возрастающее нервное напряжение.

Степень выраженности свойства торможения остается относительно стабильной от начала к середине навигации (около 0,8; $p = 0,065$), но значительно снижается и становится отрицательной (-0,7;) к концу навигации ($p < 0,001$ от середины к концу навигации). К концу навигации интервал становится шире и включает отрицательные значения, что указывает на то, что у части испытуемых преобладают процессы растормаживания, $p=0,029$ указывает на статистическую значимость изменений, хотя и на более низком уровне, чем для показателя стресса. Снижение выраженности торможения (или преобладание возбуждения) к концу навигации может говорить о снижении контроля над импульсивными реакциями, повышенной раздражительности и трудностях с концентрацией внимания.

Степень выраженности свойства возбуждения характеризуется резким снижением от начала (1,7) к середине (-2,2) ($p < 0,001$), затем частичным восстановлением к концу навигации (0,9) ($p = 0,027$). Значение становится отрицательным в середине навигации, что указывает на преобладание процессов торможения. Результаты дисперсионного анализа по Фридману ($p < 0,001$) свидетельствуют о высокой статистической значимости изменений показателя возбуждения в течение навигационного периода. Снижение возбуждения в середине навигации может являться защитной реакцией организма на стресс (переход в состояние экономии ресурсов). Последующий возврат к исходному уровню (хоть и частичный) к концу периода может отражать истощение адаптационных механизмов и возобновление повышенной активности.

Изменение гемодинамических показателей у членов экипажа в течение навигационного периода представлены в Таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Изменение гемодинамических показателей у членов экипажа в течение навигационного периода

Период навигации	Показатели ($M \pm m$)							
	СДД		УОК		МОК		ОПСС	
	мм рт. ст	sd	мл	sd	л/мин	sd	дин. с/см ³	sd
До навигации	87,3±3,1	24,8	63,41±2,3	18,4	4,67±0,1	0,8	1521,3±54,1	432,8
1 месяц	89,3±4,0	32,0	61,96±2,6	20,8	4,78±0,2	1,6	1523,3±62,5	500,0
2 месяца	89,4±3,0	24,0	61,53±2,5	20	4,63±0,2	1,6	1589,2±57,6	460,8
3 месяца	93,1±4,1	32,8	57,72±2,3	18,4	4,61±0,2	1,6	1591,4±74,6	596,8
4 месяца	96,4±4,1	32,8	58,71±2,4	19,2	4,51±0,1	0,8	1710,3±74,1	592,8
5 месяцев	96,6±4,0	32,0	59,45±2,5	20,0	4,62±0,1	0,8	1702,1±71,6	572,8
6 месяцев	96,7±3,3	26,4	59,01±2,5	20,0	4,59±0,1	0,8	1703,9±70,2	561,6

Анализ полученных результатов свидетельствует, что до навигации (исходный уровень) зарегистрирована картина физиологической нормы. В норме давление (87,3), ударный объём (63,4 мл), нормальный МОК, умеренное сосудистое сопротивление. На 1-м месяце зарегистрирован некоторый рост СДД и ОПСС (предел нормальных колебаний – 1200 - 2500 дин. с/см³) при стабильных СО и МОК. Что характеризует начальную стадию адаптации и мобилизации, организм справляется с нагрузкой, изменения минимальны. Это соответствует фазе вработывания. На 2-м месяце выявлено снижение ударного объема крови (61,53 мл), рост сосудистого сопротивления (на 4,5 %). МОК несколько снизился и составил 4,63. Организм компенсирует начинающееся утомление за счёт спазма сосудов (рост ОПСС), чтобы поддержать артериальное давление (СДД), хотя насосная функция (СО) уже падает. Комплекс факторов характеризует скрытое напряжение. Психофизиологически это период пика работоспособности, который сопровождается физиологическим диссонансом. На 3-ем месяце навигации выявлено усиление негативной динамики. Давление заметно увеличилось (93,1), ударный объем дополнительно снизился (57,72), ОПСС стабильно высокое (1591,4). Установлено, что компенсаторный механизм (спазм сосудов) становится недостаточным, чтобы полностью компенсировать падение сердечного выброса, поэтому начинает расти давление. Это соответствует началу объективного спада работоспособности в психофизиологических тестах. Показатели в 4-м, 5-м и 6-м

месяцах демонстрируют срыв адаптации и стабилизацию на патологическом уровне. Давление достигает максимума (96,4-96,7). Ударный объем крови остается низким. Сосудистое сопротивление критически высокое (рост на 12,5 % от исходного) – 1700+. Минутный объем крови низкий (4,51-4,59).

Анализ результатов позволил в целом установить, что в конце навигации у членов экипажа развивается состояние хронического напряжения регуляции. Сердечно-сосудистая система работает неэффективно: сердце слабеет (низкий СО), сосуды в постоянном спазме (высокое ОПСС), что ведет к стойкому повышению давления (СДД). Это прямая физиологическая основа для выраженного утомления и снижения когнитивных функций.

Результаты исследования показателей физической работоспособности и реакции ССС на физическую нагрузку вначале и в конце навигации представлены в Таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Результаты исследования реакции сердечно-сосудистой системы членов экипажа на физическую нагрузку до и после навигационного периода

Показатель	В начале навигации		В конце навигации	
	%	95 % ДИ	%	95 % ДИ
Время восстановительного периода, минут				
4	31,2	30,1-32,3	12,5	11,8-13,2
5	50,0	48,4-51,6	37,5	36,3-38,7
6	18,8	17,7-19,9	37,5	36,3-38,7
7	0	0	31,2	30,1-32,3
Тип реакции на физическую нагрузку				
Нормотоническая	62,5	60,5-64,5	31,2	30,1-32,3
Гипертоническая	31,2	30,1-32,3	56,3	54,6-58,0
Гипотоническая	6,3	5,8-6,8	12,5	11,8-13,2
Физическая работоспособность по индексу Гарвардского степ-теста				
Отличная	37,5	36,3-38,3	12,5	11,8-13,2
Хорошая	50,0	48,4-51,6	31,2	30,1-32,3
Средняя	31,2	30,1-32,3	43,8	42,3-45,3
Плохая	0	0	12,5	11,8-13,2

Согласно полученным результатам, время восстановления после физической нагрузки у 50 % обследуемых членов экипажа до начала навигации составляет 5 мин, у 31,2 % – 4 мин, у 18,8 % – 6 мин. В конце навигации у 37,5 % членов экипажа время восстановления составило по 5 и 6 мин и у 12,5 % – по 4 и

7 мин. Таким образом, если в начале навигации подавляющее большинство членов экипажа (81,2 %) восстанавливалось за время, не превышающее 5 мин, то к концу навигации их доля значимо снизилась и составила 50,0 % ($p < 0,05$). За время навигации у членов экипажа изменилась структура типа реакции на физическую нагрузку: двукратное снижение нормотонических реакций с 62,5 % до 31,2 % ($p < 0,05$) за счет роста гипертонических – с 31,2 % до 56,3 % ($p < 0,05$). Можно предположить, что такая реакция организма указывает на замедление процессов восстановления к концу навигации и проявлении реакции на выраженное утомление, эмоциональное и физическое перенапряжение в результате неблагоприятного влияния факторов рабочей и судовой среды. Результаты сравнительного анализа изменения показателей психофизиологических исследований в зависимости от стажа работы на судах приведены в Таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Показатели психофизиологического статуса в зависимости от стажа

Показатель	Стаж работы		Статистическая значимость различий, p^*
	до 10 лет	более 10 лет	
1	2	3	4
Средняя частота КЧСМ ($M \pm \sigma$)			
До навигации (1)	41,2 $\pm$ 4,9	44,8 $\pm$ 7,5	0,034
Середина навигации (2)	41,9 $\pm$ 6,2	44,0 $\pm$ 6,5	0,18
Конец навигации (3)	40,0 $\pm$ 5,7	41,6 $\pm$ 6,4	0,28
$p^\#$	< 0,001	< 0,001	–
p''	$p_{1,2} = 0,40$ $p_{1,3} = 0,032$ $p_{2,3} < 0,001$	$p_{1,2} = 0,49$ $p_{1,3} < 0,001$ $p_{2,3} < 0,001$	–
Среднее значение времени реакции на раздражитель ($M \pm \sigma$)			
До навигации (1)	456,4 $\pm$ 93,3	464,2 $\pm$ 60,5	0,69
Середина навигации (2)	413,3 $\pm$ 59,0	444,8 $\pm$ 53,7	0,030
Конец навигации (3)	444,7 $\pm$ 68,6	485,6 $\pm$ 58,8	0,013
$p^\#$	0,0058	< 0,001	–
p''	$p''_{1,2} = 0,0056$ $p''_{1,3} = 0,65$ $p''_{2,3} = 0,054$	$p''_{1,2} = 0,14$ $p''_{1,3} = 0,092$ $p''_{2,3} < 0,001$	–
Коэффициент точности Уиппла ($M \pm \sigma$)			
До навигации (1)	0,91 $\pm$ 0,063	0,90 $\pm$ 0,086	0,97
Середина навигации (2)	0,91 $\pm$ 0,070	0,91 $\pm$ 0,064	0,77
Конец навигации (3)	0,87 $\pm$ 0,065	0,86 $\pm$ 0,073	0,64
$p^\#$	0,025	< 0,001	–

Продолжение Таблицы 4.8

1	2	3	4
p''	p'' _{1,2} = 0,99 p'' _{1,3} = 0,054 p'' _{2,3} = 0,041	p'' _{1,2} = 0,84 p'' _{1,3} = 0,0029 p'' _{2,3} < 0,001	—
Показатель умственной работоспособности (M ± σ)			
До навигации (1)	12,1 ± 2,6	12,4 ± 2,8	0,72
Середина навигации (2)	10,6 ± 3,9	10,3 ± 3,3	0,76
Конец навигации (3)	9,7 ± 2,8	11,0 ± 2,8	0,064
p#	0,0027	0,0014	—
p''	p'' _{1,2} = 0,067 p'' _{1,3} = 0,021 p'' _{2,3} = 0,40	p'' _{1,2} = 0,0012 p'' _{1,3} = 0,046 p'' _{2,3} = 0,39	—
Показатель стресса ([Me [Q1; Q3])			Статистическая значимость различий, p**
До навигации (1)	10,6 [7,8; 22,4]	13,7 [10,0; 26,9]	0,14
Середина навигации (2)	7,0 [2,7; 21,9]	9,0 [0,7; 19,0]	0,67
Конец навигации (3)	12,4 [7,0; 20,0]	12,0 [6,8; 19,2]	0,96
p^	0,11	0,0012	—
p'	p' _{1,2} = 0,14 p' _{1,3} = 0,59 p' _{2,3} = 0,33	p' _{1,2} < 0,001 p' _{1,3} = 0,026 p' _{2,3} = 0,13	—
Степень выраженности свойства торможения ([Me [Q1; Q3])			
До навигации (1)	0,8 [0,2; 1,2]	0,8 [0,3; 1,4]	0,50
Середина навигации (2)	1,0 [-0,6; 3,6]	0,7 [-0,3; 1,9]	0,77
Конец навигации (3)	-0,7 [-3,6; 2,5]	-0,8 [-3,9; 2,5]	0,84
p^	0,44	0,050	—
p'	p' _{1,2} = 0,12 p' _{1,3} = 0,65 p' _{2,3} = 0,083	p' _{1,2} = 0,24 p' _{1,3} = 0,28 p' _{2,3} = 0,0063	—
Степень выраженности свойства возбуждения ([Me [Q1; Q3])			
До навигации (1)	1,9 [1,1; 3,2]	1,0 [0,1; 3,5]	0,22
Середина навигации (2)	-1,8 [-3,6; -0,1]	-2,4 [-3,7; 0,1]	0,95
Конец навигации (3)	0,9 [-0,3; 3,1]	0,9 [-0,2; 3,0]	0,92
p^	< 0,001	< 0,001	—
p'	p' _{1,2} < 0,001 p' _{1,3} = 0,10 p' _{2,3} < 0,001	p' _{1,2} < 0,001 p' _{1,3} = 0,11 p' _{2,3} < 0,001	—
Примечание. p* – значимость критерия Стьюдента; p** – значимость критерия Манна–Уитни; p# – значимость критерия Фишера при выполнении дисперсионного анализа повторных измерений; p'' – значимость критерия Тьюки для апостериорных сравнений показателей на 2-х периодах наблюдения; p^ – значимость критерия Фрийдмана при выполнении рангового дисперсионного анализа 3-х зависимых переменных; p' – значимость рангового критерия Вилкоксона при сравнении показателя на 2-х периодах наблюдения			

Результаты сравнительного анализа показателей психофизиологического статуса двух групп работников: опытные (стаж ≥ 10 лет) и менее опытные (стаж < 10 лет), исследованные до, в середине и после навигации позволили установить, что средняя частота КЧСМ до начала навигации у более опытных работников статистически значимо выше (44,8 по сравнению с 41,2, $p = 0,034$). В течение и после сезона различия сглаживаются и становятся незначимыми ($p = 0,18$ и $p = 0,28$). Это свидетельствует о том, что, перед началом ответственной работы у опытных работников может отмечаться более выраженная мобилизация организма.

Анализ показателя среднего значения времени реакции свидетельствует, что до навигации группы статистически не отличаются ($p = 0,69$). Однако в середине и особенно после навигации опытные работники демонстрируют значимо более медленное время реакции (444,8 по сравнению с 413,3, $p = 0,030$; 485,6 по сравнению с 444,7, $p = 0,013$). Это может говорить о выраженном кумулятивном утомлении у опытной группы к концу сезона. Их нервная система, возможно, истощена интенсивной работой и ответственностью, что приводит к замедлению скорости реакции.

Коэффициент точности Уиппла (показатель устойчивости внимания) характеризуется отсутствием статистически значимых различий между группами на всех этапах исследования этапе ($p > 0,05$). У обеих групп наблюдается четкая тенденция к снижению точности к концу навигации ($c \sim 0,91$ до $\sim 0,86-0,87$, $p = 0,025$ и $p < 0,001$ по результатам дисперсионного анализа повторных измерений в группах со стажем менее и более 10 лет). Стаж не защищает от общего снижения концентрации и устойчивости внимания под влиянием утомления за период навигации. Накопленная усталость влияет на качество работы обеих стажевых групп работников.

Анализ изменения показателя работоспособности позволил выявить различия на грани статистической значимости только после навигации ($p = 0,064$). У опытных работников показатель даже несколько выше (11,0 против 9,7). У менее опытных работников наблюдается явное монотонное снижение

работоспособности в течение сезона. У опытных работников динамика менее выражена, что может быть связано с более эффективным распределением сил в течение длительного периода, сохраняя относительно стабильный уровень работоспособности, что не спасает их, однако, от замедления реакции.

Анализ показателей стресса, показал, что значимых различий между группами нет. Обе группы показывают схожую динамику: снижение стресса к середине сезона (адаптация, вхождение в ритм) и его рост к концу (накопление утомления, завершающая ответственность).

Анализ изменений показателей свойств нервной системы (торможение и возбуждение) не выявил статистически значимых различий между группами ни по одному свойству и ни в один период времени. У обеих групп наблюдается выраженная перестройка баланса нервных процессов в середине навигационного периода. Возбуждение резко падает (положительные значения сменяются отрицательными). Торможение, наоборот, возрастает. К концу сезона оба показателя возвращаются к значениям, близким к исходным. Пик рабочей нагрузки в середине навигации приводит к мощному функциональному напряжению нервной системы всех работников, независимо от стажа. Происходит сдвиг в сторону преобладания тормозных процессов (охранительное торможение) и снижения процессов возбуждения как защитная реакция на перегрузку.

В целом, установлено, что влияние стажа ограничено. По большинству показателей (точность, стресс, свойства нервной системы) значимых различий между опытными и менее опытными работниками не выявлено. Главный эффект – влияние фазы навигационного периода. На всех работников в большей степени действует фактор утомления и рабочей нагрузки, что проявляется в снижении точности внимания к концу сезона и изменении баланса нервных процессов в самый напряженный период. Основное различие, связанное со стажем, заключается в том, что у опытных работников к концу сезона достоверно замедляется время реакции, при том, что их работоспособность и точность не падают сильнее, чем у группы со стажем до 10 лет. Это можно трактовать как «результат опыта» – возможно, они работают на пределе когнитивных ресурсов

дольше, что приводит к замедлению скорости обработки информации. Альтернативно, они могут сознательно или неосознанно жертвовать скоростью ради сохранения точности и контроля в условиях усталости.

Полученные результаты свидетельствуют, что работники нуждаются в мерах профилактики утомления, особенно во второй половине навигации. Для работников со стажем более 10 лет особое внимание следует уделять мероприятиям, направленным на поддержание скорости реакции (перерывы, режим труда и отдыха). Результаты указывают на необходимость особой поддержки в середине навигационного периода, когда наблюдается наибольшее функциональное напряжение нервной системы.

Дополнительно проведены исследования изменения психофизиологического состояния в течение дневной и ночной вахты, результаты которых приведены в Таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Результаты изменения показателей тестов «кольца Ландольта» и «Сложение с переключением» членов экипажа за время несения вахты

Время обследования	Показатели ($M \pm m$)					
	Количество ошибок		Производительность по тесту «сложение с переключением»		Скорость переработки информации	
	шт.	sd	ед.	sd	бит/с	sd
Дневная вахта						
До вахты	19,3±1,0	8,0	163,4±5,8	46,4	1,21	0,64
После вахты	21,7±1,1	8,8	133,5±6,2	49,6	1,24	0,69
Ночная вахта						
До вахты	16,0±0,8	6,4	184,5±7,1	56,8	1,54	0,8
После вахты	24,3±1,0	8,0	127,3±4,4	35,2	1,22	0,64

При анализе показателя «Количество ошибок» установлено, что после дневной вахты показатель увеличился с 19,3 до 21,7 (рост на 12,4 %), после ночной увеличился практически вдвое с 16,0 до 24,3 (рост на 51,9 %). Следовательно, работа в ночную смену приводит к росту количества ошибок – более чем в 4 раза, чем при дневной работе. Это прямой индикатор сильного утомления и снижения внимания ночью.

Скорость переработки информации (бит/с) в период дневной вахты показала незначительный рост с 1,21 до 1,24 (+2,5 %). В период ночной вахты выявлено резкое падение с 1,54 до 1,22 (снижение на 20,8 %). Исходно ночью скорость обработки информации выше, чем днем (1,54 по сравнению с 1,21). Это может быть следствием вечернего пика работоспособности или лучшей мотивации/концентрации перед сложной ночной сменой. Ночная работа вызывает значительное снижение когнитивной скорости, приближая ее к дневным значениям. Дневная вахта на этот показатель практически не влияет.

Анализ показателя «производительность» – тест «сложение с переключением» показал, что во время дневной вахты выявлено снижение величины показателя с 163,4 до 133,5 (снижение на 18,3 %). Во время ночной вахты установлено более сильное снижение показателя с 184,5 до 127,3 (снижение на 31 %). Как и в случае со СПИ, исходная производительность ночью выше (184,5 по сравнению с 163,4). Ночная вахта вызывает гораздо более сильное падение производительности. Важно, что к концу ночной вахты показатель становится ниже, чем после дневной (127,3 по сравнению с 133,5), несмотря на изначально более высокий исходный уровень.

В целом, при анализе изменений показателей в процессе несения вахты выявлен феномен «вечерней мобилизации». Перед ночной вахтой работники демонстрируют более высокие когнитивные способности (СПИ и производительность), чем перед дневной. Это может быть адаптивной реакцией организма на ожидание сложного периода работы в «нефизиологичное» время. «Цена» ночной работы непропорционально высока, несмотря на лучший старт, ночная вахта приводит к наибольшему росту ошибок (что создает угрозу безопасности), существенному падению сложной производительности, снижению базовой скорости обработки информации.

Результаты изменения показателей гемодинамики в течение несения дневной вахты в период навигации приведены Таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Изменение показателей гемодинамики членов экипажа в течение несения вахты в период навигации

Измеряемый показатель	Период навигации ($M \pm m$)			
	Начало		Конец	
	До вахты	После вахты	До вахты	После вахты
1	2	3	4	5
Частота сердечных сокращений (уд/мин)	76,2±9,4	75,3±5,3	72,4±5,6	73,5±5,3
Диастолическое артериальное давление (мм рт. ст.)	76,5±8,4	75,3±8,1	77,6±4,4	76,8±4,6
Вегетативный индекс Кердо*	99,6±14,6	98,4±15,6	95,1±10,5	94,1±9,6
Минутный объем кровообращения (л/мин)	4,69±0,8	4,81±0,6	4,51±0,5	4,27 ±0,5
*вегетативный индекс Кердо показатель тонуса вегетативной нервной системы: > 0 – преобладание симпатии, < 0 – парасимпатии				

Анализ изменений средних значений показателей гемодинамики членов экипажа в течение несения вахты в начале и конце навигации позволило установить, что ЧСС снижается (76,2 → 72,4). Это может характеризовать адаптацию к нагрузкам или накопление усталости. ВИК снижается (99,6 → 95,1), что указывает на небольшое снижение симпатического тонуса. МОК снижается с 4,69 до 4,51. Следовательно, к концу навигации у членов экипажа в покое наблюдается тенденция к снижению активности сердечно-сосудистой системы (экономизация работы), что может расцениваться как проявление накопленного утомления. В начале навигации рабочая вахта практически не вызывает значимых изменений. Все показатели (ЧСС, ДД, ВИК, МОК) меняются незначительно. t -критерий близок к 0 (0,5–1,1), что говорит об отсутствии статистически значимых различий. МОК немного увеличивается (4,69 → 4,81), что можно трактовать как адекватную реакцию на нагрузку. Следовательно, в начале навигационного периода организм хорошо справляется с нагрузкой, сердечно-сосудистая система реагирует умеренно и адекватно.

В конце навигации картина меняется. Показатели ЧСС, ДД, ВИК меняются, но не значительно ($t = 1,1–1,6$). Однако после вахты в конце навигации достоверно снижается минутный объем кровообращения (4,51 → 4,27, $t = 2.3$). При этом ЧСС не меняется, а значит, снижается ударный объем сердца.

Резюме. Навигационный период оказывает выраженное влияние на психоэмоциональное состояние обследованных членов экипажа. В середине периода наблюдается снижение стресса и возбуждения, что может свидетельствовать о фазе адаптации. Однако, к концу навигации стресс возвращается к исходному уровню, снижается торможение и частично восстанавливается возбуждение, что может указывать на нарастающее утомление, эмоциональное истощение и снижение самоконтроля. Необходимо учитывать высокую индивидуальную вариативность психоэмоциональных реакций. Наиболее критическими периодами являются ночные вахты и заключительные месяцы навигации. Выявленные закономерности обосновывают необходимость регламентации длительности навигационных периодов, оптимизации режима труда и отдыха, разработки целенаправленных профилактических мероприятий для сохранения профессионального здоровья и безопасности судоходства.

ГЛАВА 5 РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ РИСКА ЗДОРОВЬЮ ЧЛЕНОВ ЭКИПАЖА, ЗАНЯТЫХ УПРАВЛЕНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМИ ПАССАЖИРСКИМИ СУДАМИ СМЕШАННОГО ТИПА

5.1 Априорная оценка профессионального риска

По результатам инструментальных измерений для судоводителей установлены следующие фактические уровни факторов производственной среды и трудового процесса:

- шум – максимальный эквивалентный уровень в рубке при движении судна, составляет 66,4 дБА. Класс условий труда – 2 (допустимый).
- общая вибрация – максимальный уровень в общесудовых помещениях при движении судна составляет 99 дБ. Класс условий труда – 2 (допустимый).
- микроклимат в рубке (холодный период). Фактическое значение температуры составляет $16,5 \pm 2,4$ °С. Класс условий труда – 3.1 (вредный 1-й степени).
- освещение в рубке. Фактическая освещённость – 167 ± 24 лк. Класс условий труда – 3.1 (вредный 1-й степени).
- напряжённость труда. У вахтенных штурманов условия труда относятся к классу 3.1 (вредный 1-й степени), у капитана и старшего помощника капитана – к классу 3.2 (вредный 2-й степени).

Интегральная оценка. По принципу наихудшего (приоритетного) фактора для вахтенных штурманов установлен класс 3.2 (определяется напряженностью труда капитана и старшего помощника капитана). Согласно шкале Р 2.2.3969-23, данному классу соответствует категория профессионального риска – «Средний риск».

Для механиков ведущим фактором является шум: в отделении вспомогательных двигателей – 96,7 дБА, в отделении главных двигателей – 94,2

дБА. Класс условий труда – 3.3 (вредный 3-й степени). Напряженность электрического поля промышленной частоты 50 Гц – 150 В/м (класс 2), общая вибрация – 103 дБ (класс 2), температура в теплый период – $26 \pm 1,7$ °С (класс 3.1). Напряжённость труда вахтенных механиков – класс 3.1.

Интегральная оценка проведена по наихудшему фактору (шум). Установлен класс условий труда 3.3 (вредный 3-й степени), которому соответствует категория профессионального риска «Высокий».

5.2 Апостериорная оценка профессионального риска

Категория риска при многофакторном воздействии уточнена в соответствии с методом нечетких множеств.

Для судоводителей приняты следующие исходные данные: эквивалентный уровень шума за смену – 65,3 дБА (Таблица 3.3); напряженность труда – класс 3.2.

При оценке вероятности установлено, что уровень шума ниже ПДУ; дополнительный риск развития тугоухости статистически незначим ($p > 0,05$). Основной вклад в риск вносят факторы трудового процесса (длительное сосредоточенное наблюдение; нагрузка на зрение (освещенность ниже гигиенического норматива)); ненормированный рабочий день; психоэмоциональное напряжение.

Для неспецифических нарушений (вегетососудистая дистония, гипертония, неврозы) риск относится к категории малой вероятности, но средней тяжести. По шкале трапецевидных чисел (Таблица П 4.1) значение риска (0,001–0,002) попадает в интервал «Малый риск».

Таким образом, для судоводителей характерен малый риск (при среднем риске по напряженности труда).

Для механиков приняты следующие исходные данные: эквивалентный уровень шума за смену – 82,6 дБА (Таблица 3.3); период навигации – 120 суток (условно принят стаж 10 лет).

Согласно эпидемиологическим моделям (формулы логистической регрессии), риск развития нейросенсорной тугоухости для уровня шума > 80 дБА составляет значимую величину. При уровне 82,6 дБА и стаже более 10 лет дополнительная вероятность (прирост риска) составляет ориентировочно от $1,5 \times 10^{-2}$ до $3,5 \times 10^{-2}$ (1,5–3,5 %).

Нейросенсорная тугоухость (профессиональное заболевание) имеет тяжесть $g = 0,3$ (согласно Приложению 3 Р 2.2.3969-23). Уровень индивидуального риска (R) = Вероятность $\times$ Тяжесть. $R \approx 0,035 \times 0,3 = 0,0105$.

Сравнение с трапецевидной шкалой (Таблица П 4.1): значение 0,0105 попадает в интервал (0,00325–0,015), что соответствует категории «Умеренный риск» с тяготением к границе «Среднего риска» (0,015–0,0475).

Несмотря на то, что априорная оценка по классу 3.3 дала «Высокий риск», вероятностный расчет с учетом стажа 10 лет и тяжести последствий показывает категорию «Средний/Умеренный». Однако для принятия управленческих решений (СИЗ, время защиты) сохраняется приоритет класса условий труда 3.3 (Высокий риск).

5.3 Количественная оценка вероятности развития профессиональных заболеваний

Расчет риска развития нейросенсорной тугоухости и вибрационной болезни проведен на основе модели «доза-эффект» с учетом уровня экспозиции шума (LEX,8h) и стажа работы. Исходные данные для расчета приведены в Таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Исходные данные для расчета риска развития нейросенсорной тугоухости

Показатель	Судовые, рулевые	Механики
Эквивалентный уровень звука за 8-часовую смену (LEX,8h)	65,3 дБА	82,6 дБА
Превышение ПДУ	–	+2,6 дБА
Стаж (навигационный период)	120 суток/год × 10 лет	120 суток/год × 10 лет
N ₅₀	0	0,18 дБ
N ₁₀ (для 10% наиболее чувствительных)	незначим	6,6 дБ

Установлено, что основной группой риска по НСТ являются механики (умеренный риск в течение 10-15 лет, высокий при стаже 20+ лет). Судоводители значимого риска НСТ не имеют. Сочетанное действие шума и вибрации у механиков сокращает латентный период развития заболеваний на 1-3 года.

Результаты перевода классов условий труда в условные единицы, выполненные согласно Методическим рекомендациям по расчету и оценке риска здоровью работников транспорта с учетом воздействия производственных факторов [54], представлены в Таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Классы условий труда в условных единицах

Фактор	Класс	Оценка (усл. ед.)
Шум	3.1	1
Вибрация	3.2 (с учетом качки)	2
Микроклимат	3.1	1
Тяжесть труда	3.1	1
Напряженность труда	3.1	1
Суммарный уровень воздействия (F) для ССС (сумма факторов)		1+2+1+1+1 = 6
Суммарный уровень воздействия (F) для ОДА (вибрация + тяжесть + микроклимат)		2+1+1 = 4

Оценка вибрации проведена с учетом усредненных показателей при высоте волны 0,1 – 0,5 м в течение 50 % времени навигации. Качка является основным источником вибрационного воздействия на экипаж, ее вклад составляет 28–31 дБ, что превышает механическую вибрацию. Эквивалентные уровни вибрации с

учетом качки составляют 97–100 дБ за 24 часа (в зависимости от направления). При длительной навигации (180 суток) эквивалентные уровни достигают 120–123 дБ, что соответствует ускорениям около 1,0–1,4 м/с² и позволяет оценить условия труда по показателю вибрации как 3.2 (вредный 2-й степени).

Расчет ИУИН, выполненный по унифицированным формулам, представленным в методических рекомендациях [54], проведен для стажевых групп от 10 до 35 лет с шагом 5 лет при начале трудовой деятельности в возрасте 20 лет. Исходные значения F составили: для ССС – 7 усл. ед. до мероприятий и 6 усл. ед. после мероприятий; для ОДА – 6 и 5 усл. ед. соответственно.

Результаты расчета ИУИН для патологий ССС и ОДА до и после внедрения профилактических мероприятий представлены в Таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Интегральный уровень интенсивности нагрузки в различных стажевых группах (в условных единицах)

Стаж, лет	Возраст, лет	ИУИН _{ССС}	ИУИН _{ОДА}	ИУИН _{ССС}	ИУИН _{ОДА}
		до профилактических мероприятий		после профилактических мероприятий	
10	30	14,8	29,4	12,7	24,5
15	35	50,4	67,2	43,2	56,0
20	40	116,9	130,6	100,2	108,8
25	45	219,1	220,7	187,8	183,9
30	50	362,9	341,7	311,0	284,7
35	55	554,4	498,0	475,2	414,9

Анализ полученных результатов, показал, что до 20 лет стажа включительно значения ИУИН не превышают порогового уровня 135 усл. ед., что соответствует нулевому риску развития профессионально обусловленных заболеваний. Однако, уже в группе со стажем 25 лет наблюдается резкий рост показателей: ИУИН_{ССС} достигает 219,1 усл. ед., а ИУИН_{ОДА} – 220,7 усл. ед., что классифицируется как высокий риск ($RR > 3,2$) с этиологической долей фактора 52 – 66 %.

В группах со стажем 30 и 35 лет значения ИУИН превышают 317 усл. ед., что соответствует «почти полной» вероятности формирования заболевания,

обусловленного воздействием профессиональных факторов. Данная динамика подтверждает кумулятивный эффект длительного воздействия вредных производственных факторов и согласуется с ранее опубликованными данными о накоплении функциональных нарушений у членов экипажа, занятых судовождением.

Распределение категорий риска по стажевым группам до внедрения профилактических мероприятий представлено в Таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Распределение категорий риска по стажевым группам (до внедрения профилактических мероприятий)

Стаж, лет	Возраст, лет	Категория риска ССС	Категория риска ОДА
10	30	Нулевая	Нулевая
15	35	Нулевая	Нулевая
20	40	Нулевая (граничная)	Нулевая (граничная)
25	45	Высокая	Высокая
30	50	Очень высокая	Очень высокая
35	55	Почти полная	Почти полная

Полученные результаты свидетельствуют, что критическим периодом для членов экипажа, занятых судовождением, является стаж 20–25 лет. Именно в этом диапазоне происходит переход от нулевого к высокому риску, что требует своевременных управленческих решений и корректировки профилактических мероприятий.

Резюме. Проведенная комплексная оценка профессионального риска с использованием априорных, апостериорных и количественных методов позволила установить, что ведущими рискообразующими факторами являются: для механиков – шум (высокий риск развития нейросенсорной тугоухости), для судоводителей – напряженность трудового процесса (малый риск неспецифических нарушений). Наиболее уязвимой группой являются члены экипажа со стажем более 20 лет, у которых риск развития заболеваний сердечно-

сосудистой и костно-мышечной систем достигает высоких и очень высоких категорий. Рекомендуется дифференцированный подход к управлению риском в зависимости от стажевой группы. Полученные результаты обосновывают необходимость разработки и внедрения комплекса профилактических мероприятий, включая оптимизацию режима труда и отдыха, усиление средств индивидуальной защиты и систему раннего выявления донозологических состояний у работников с длительным стажем.

ГЛАВА 6 ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА СОХРАНЕНИЕ ЗДОРОВЬЯ ЭКИПАЖА

На основании результатов комплексного гигиенического, психофизиологического и эпидемиологического исследования условий судовой среды и функционального состояния членов экипажа автоматизированных пассажирских судов смешанного типа плавания, выполненной оценки профессионального риска, разработаны следующие профилактические мероприятия, имеющие доказательное обоснование, вытекающее из установленных в ходе работы закономерностей.

В ходе исследования установлено, что устойчивая работоспособность членов экипажа сохраняется не более 2-3 месяцев непрерывной навигации, к 4-му месяцу время выполнения психофизиологических тестов увеличивается на 21 секунду по сравнению с пиковым периодом, количество ошибок возрастает в 1,5 раза, а к 6-му месяцу время выполнения достигает максимальных значений (396 секунд), а число ошибок – 17,8, что свидетельствует о формировании кумулятивного утомления и срыве адаптационных механизмов. Кроме того, выявлено, что ночная вахта вызывает рост ошибок на 51,9 % (против 12,4 % в дневное время), снижение скорости переработки информации на 20,8 % и падение производительности на 31 %, а в конце навигационного периода зафиксировано достоверное снижение минутного объема кровообращения после несения вахты с 4,51 до 4,27 л/мин., что указывает на истощение функциональных резервов сердечно-сосудистой системы.

В связи с этим в качестве первоочередных организационных мероприятий рекомендуется сокращение непрерывного навигационного периода для всех категорий членов экипажа до 3-4 месяцев с обязательным межрейсовым отдыхом продолжительностью не менее 14 суток. На судах необходимо ввести регламентированные микро-перерывы по 10-15 минут каждый час работы в ночную вахту (в период с 00:00 до 06:00), дополнительный 30-минутный перерыв

в интервале с 03:00 до 05:00 часов утра, поскольку именно в это время регистрируется максимальный спад работоспособности, что подтверждено ростом количества ошибок и замедлением реакции выбора. Целесообразно внедрение скользящего графика чередования дневных и ночных вахт с интервалом между сменами не менее 72 часов для полноценного восстановления циркадных ритмов, нарушение которых, как показали результаты исследования, является одним из ведущих факторов утомления.

Учитывая, что у членов экипажа со стажем более 10 лет к концу навигации время реакции выбора достоверно замедляется (с 444,8 до 485,6 миллисекунды, $p = 0,013$), а частота нарушений сна достигает 72,2 % ($p < 0,001$), раздражительности – 58,4 % ($p = 0,0011$), болей в спине и коленях – 58,3 % ($p = 0,0011$), при этом доля лиц с хроническими заболеваниями сердечно-сосудистой системы и опорно-двигательного аппарата составляет 13,9 %, необходимо проведение углубленных профилактических медицинских осмотров для работников со стажем 15 лет и более. Такие осмотры должны в обязательном порядке включать аудиометрию (особенно для механиков, работающих в условиях повышенного шума), суточное мониторирование артериального давления для раннего выявления гипертензивных состояний, офтальмологическое обследование с оценкой состояния зрительного анализатора и психофизиологическое тестирование с использованием методик определения критической частоты слияния мельканий, реакции выбора и корректурных проб. Кроме того, рекомендуется введение предрейсового и послерейсового психофизиологического скрининга с применением экспресс-методик (тест САН, таблицы Шульте–Платонова) для всех членов экипажа перед началом и по окончании навигационного периода, что позволит своевременно выявлять признаки нарастающего утомления и принимать решения о коррекции режима труда или временном отстранении от вахты.

Расчеты ИУИН показали, что критический переход от нулевого к высокому риску развития профессионально обусловленных заболеваний происходит при стаже 20-25 лет: в этой группе значения ИУИН для патологий сердечно-

сосудистой системы достигают 219,1 условных единиц, для опорно-двигательного аппарата – 220,7 условных единиц, что соответствует высокой категории риска (относительный риск более 3,2) с этиологической долей фактора 52-66 %. При стаже 30–35 лет значения ИУИН превышают 317 условных единиц, что соответствует «почти полной» вероятности формирования заболеваний, обусловленных воздействием профессиональных факторов. На основании этого в рамках кадровой политики рекомендуется работникам старше 50 лет со стажем более 25 лет предлагать перевод на береговые должности или ограничение длительности навигационных периодов до двух месяцев. Целесообразна разработка системы наставничества и психологической поддержки для опытных членов экипажа, включающая регулярные консультации с психологом и обучение навыкам стресс-менеджмента, организация системы ротации экипажей для снижения эффекта социальной изоляции, которая, как показали социологические опросы, является значимым психосоциальным фактором, особенно в группах с малым численным составом.

В области гигиенических и санитарно-технических мероприятий основным результатом исследования является доказательство несостоятельности гигиенической оценки факторов судовой среды за 8-часовую рабочую смену: при такой оценке уровни шума и вибрации не превышают гигиенических нормативов и соответствуют допустимым условиям труда (класс 2), однако при расчете кумулятивной дозы с учетом круглосуточного воздействия в течение всего навигационного периода установлено, что для судоводителей и рулевых шумовая нагрузка достигает класса 3.1 – 3.2. Риск развития нейросенсорной тугоухости для механиков при стаже 10 лет составляет 0,0105 (умеренный риск), а при стаже более 20 лет переходит в категорию высокого риска, причем сочетанное действие шума и вибрации сокращает латентный период развития профессиональных заболеваний на 1–3 года. В связи с этим рекомендуется проведение модернизации звукоизоляции и вибродемпфирования в машинных отделениях (облицовка стен и перекрытий звукопоглощающими материалами) с целью снижения уровней шума до нормативных значений (менее 80 дБА), оснащение всех помещений

постоянного пребывания экипажа (каюты, камбуз, кают-компания) дополнительной звукоизоляцией с установкой виброгасящих прокладок под палубу, учитывая выявленный кумулятивный эффект круглосуточного воздействия. Механики должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты органов слуха с повышенным коэффициентом звукоизоляции (SNR не менее 30 дБ) с обязательным контролем правильности их применения, необходимо разработать график технического обслуживания судовых механизмов, включающий балансировку валов и замену изношенных подшипников для снижения вибрационной нагрузки.

В отношении электромагнитных полей исследованием установлено, что на практике необходимо использовать расчетные методы прогнозирования, которые уже внедрены в методические указания МУК 4.3.3831-22 [64] и МУК 4.3.4035-24 [67], разработанные при участии автора. Для практической реализации рекомендуется внедрение на всех судах системы ограничения доступа на открытые палубы в зонах действия антенн с нанесением предупреждающей маркировки, разработка карт электромагнитной обстановки для каждого судна с расчетными уровнями плотности потока энергии и напряженности электрического поля, которые должны быть вывешены в доступных для экипажа местах. При проведении ремонтных и профилактических работ на антеннах радиолокационных станций и радиопередатчиков необходимо обеспечить их обязательное отключение на время выполнения работ персоналом.

По результатам гигиенической оценки освещенности и микроклимата выявлено что условия труда по данным факторам оценены как вредные первой степени (класс 3.1). В связи с этим рекомендуется провести реконструкцию систем кондиционирования воздуха в ходовой рубке и машинном отделении с увеличением мощности установок для обеспечения нормативных значений результирующей температуры: в теплый период не выше 24 °С и в холодный период не ниже 18 °С. В ходовой рубке необходимо установить дополнительные светильники с расфазированными лампами для снижения коэффициента пульсации до уровня менее 15 % и повышения освещенности рабочих

поверхностей до нормативных 200 люкс с обеспечением плавной регулировки яркости в ночное время, предусмотреть во всех помещениях без естественного освещения установку ультрафиолетовых облучателей для профилактики светового голодания по утвержденным методикам.

В области медико-профилактических мероприятий, учитывая, что у механиков эквивалентный уровень шума за смену составляет 82,6 дБА, и расчетная потеря слуха для 10 % наиболее чувствительных лиц при стаже 10 лет достигает 6,6 дБ на среднеречевых частотах, рекомендуется проводить аудиометрический контроль два раза в год для работников с уровнем шума на рабочем месте более 80 дБА, обеспечить регулярное обучение правилам использования средств индивидуальной защиты органов слуха с проведением практических тренировок. В состав судовой аптечки целесообразно включить препараты, улучшающие микроциркуляцию внутреннего уха (по назначению врача), для работников с начальными признаками снижения слуха. Для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний, учитывая зарегистрированное к концу навигации прогрессирующее повышение среднего динамического давления с 87,3 до 96,7 мм ртутного столба, рост общего периферического сопротивления сосудов на 12,5 %, снижение ударного объема крови с 63,4 до 59,0 мл и увеличение доли гипертонических реакций на физическую нагрузку с 31,2 % до 56,3 % ($p < 0,05$), необходимо разработать индивидуальные карты мониторинга артериального давления для членов экипажа с признаками гипертензивных реакций (среднее динамическое давление более 90 мм рт. ст.) с фиксацией показателей до и после вахты. Члены экипажа должны быть обучены методам самоконтроля и саморегуляции (дыхательные упражнения, аутогенная тренировка) для снижения стресс-индуцированных сердечно-сосудистых реакций, следует организовать дистанционное консультирование с врачами-кардиологами в течение навигационного периода с использованием судовых средств связи.

В связи с выявленным ростом жалоб на боли в спине и коленях к концу навигации – в стажевой группе более 10 лет до 58,3 % ($p = 0,0011$), в группе до 10 лет до 17,9 % — и зафиксированными статическими позами, гиподинамией и

вибрацией, что определяет класс тяжести труда 3.1 и риск развития дорсопатий, рекомендуется внедрение комплекса лечебной физкультуры для судоводителей и механиков (ежедневно по 15–20 минут) с акцентом на разгрузку шейно-воротниковой и поясничной зон, включая упражнения на растяжку и релаксацию, оборудование помещений для активного отдыха (гимнастические уголки, массажные кресла) для компенсации гиподинамии.

В психогигиеническом аспекте, учитывая, что показатель стресса возвращается к исходному уровню к концу навигации (с 7,6 до 12,4), снижение торможения и частичное восстановление возбуждения указывают на нарастающее утомление и эмоциональное истощение, в стажевой группе более 10 лет раздражительность достигает 58,4 % ($p = 0,0011$), а нарушения сна — 72,2 % ($p < 0,001$), необходимо проводить групповые и индивидуальные психологические тренинги не реже одного раза в месяц с использованием методов релаксации и когнитивно-поведенческой коррекции, создать на судах уголки психологической разгрузки с аудио- и видеоматериалами для релаксации, рекомендовать проведение обязательных тренингов по управлению конфликтами перед началом каждого навигационного периода.

В информационно-методическом направлении исследование показало, что стандартная оценка за 8-часовую смену не отражает реальной нагрузки, поскольку при круглосуточной экспозиции в течение 6 месяцев фактические уровни шума и вибрации соответствуют классам 3.1–3.2, а дозный метод, примененный для судовых условий, доказал свою информативность. Существуют методические пробелы в контроле электромагнитных полей от радиолокационных станций в штатном режиме при вращающейся антенне. На основании этого рекомендуется разработка и внедрение на уровне судоходных компаний «Руководства по комплексной гигиенической оценке условий труда на автоматизированных пассажирских судах смешанного типа», включающего методику расчета кумулятивных дозовых нагрузок по шуму и вибрации, алгоритм оценки психофизиологического статуса членов экипажа и карты профессиональных рисков для основных судовых специальностей, «Программы

производственного контроля за факторами судовой среды» с расширением перечня контролируемых параметров (включение электромагнитных полей от радиолокационных станций в штатном режиме, оценка коэффициента пульсации освещения, контроль результирующей температуры в каютах).

Целесообразно включить в программы повышения квалификации судоводителей и механиков разделы по гигиене труда, психофизиологии профессиональной деятельности, распознаванию ранних признаков утомления и стресса, проводить ежегодные семинары для медицинского персонала судоходных компаний по вопросам оценки рисков и организации профилактических осмотров с учетом особенностей автоматизированных судов.

На всех судах необходимо обеспечить наглядную агитацию (стенды, памятки, видеоролики) по темам: «Режим труда и отдыха в условиях длительной навигации», «Профилактика утомления и стресса», «Правила использования средств индивидуальной защиты», создать электронную базу данных по результатам гигиенического мониторинга и психофизиологических обследований для динамического наблюдения и прогнозирования профессиональных рисков.

Для судостроительных проектных организаций на основании полученных данных, в частности зафиксированных уровней шума и вибрации в машинных отделениях (96,7 дБА и 103 дБ соответственно), кумулятивной дозой нагрузки (класс 3.2 через 60 суток), коэффициента ослабления геомагнитного поля в помещениях до 6,57 при норме 2 и отсутствия естественного освещения в помещениях постоянного пребывания, рекомендуется на этапе проектирования новых судов и модернизации существующих предусматривать шумопоглощающую и вибродемпфирующую отделку помещений постоянного пребывания экипажа, установку окон с регулируемыми жалюзи и светофильтрами для снижения бликов и обеспечения адаптации зрения к темноте, отдельные каюты и рекреационные зоны для снижения психосоциального напряжения, связанного с отсутствием приватности, системы принудительной вентиляции с автоматическим поддержанием результирующей температуры в пределах норматива для каждого типа помещений, экранирование или вынос антенн

радиолокационных станций и радиопередатчиков в зоны с ограниченным доступом персонала.

Научное обоснование эффективности рекомендуемых мер заключается в следующем. Внедрение дозного подхода к оценке виброакустических факторов, обоснованное в настоящем исследовании, позволяет перейти от реактивной (оценка уже построенного судна) к проактивной (прогнозирование рисков на этапе проектирования) гигиенической практике. Разработанные алгоритмы психофизиологического мониторинга позволяют на ранних стадиях выявлять донозологические состояния – снижение критической частоты слияния мельканий, увеличение времени реакции, рост количества ошибок – и своевременно корректировать режим труда, предотвращая срывы адаптации и профессиональные ошибки, что напрямую влияет на безопасность судоходства.

Категорирование профессионального риска с использованием интегрального уровня интенсивности нагрузки позволяет дифференцированно подходить к формированию групп диспансерного наблюдения, обосновывать частоту и объем медицинских осмотров, планировать профилактические мероприятия с учетом стажевых и возрастных характеристик.

Предложенные конструктивные решения по снижению шума, вибрации, нормализации микроклимата и освещения, по ограничению доступа в зоны с повышенными уровнями электромагнитных полей имеют прямое экспериментальное обоснование и при внедрении позволят перевести условия труда механиков с класса 3.3 на 3.1-3.2, а судоводителей – с класса 3.1 на класс 2 (допустимые условия), что подтверждено расчетным моделированием снижения интегрального уровня интенсивности нагрузки на 14-27 % для патологий сердечно-сосудистой системы и на 12-17 % для патологий опорно-двигательного аппарата.

Реализацию мероприятий предлагается осуществлять поэтапно. На первом этапе (в течение 1–3 месяцев) рекомендуется внедрение организационных мероприятий – оптимизация режима труда и отдыха, введение психофизиологического скрининга, обучение персонала. На втором этапе (3–6

месяцев) – проведение инженерно-технических мероприятий: модернизация звукоизоляции, улучшение освещения, маркировка зон с повышенными уровнями электромагнитных полей. На третьем этапе (6–12 месяцев) – внедрение методического обеспечения и психогигиенических программ. Контроль эффективности рекомендуется осуществлять путем повторных гигиенических и психофизиологических исследований через один год после начала реализации с оценкой динамики функциональных показателей и категорий профессионального риска, что позволит своевременно корректировать профилактические мероприятия и оценивать их результативность в сохранении профессионального здоровья и продлении активного трудового долголетия плавсостава, в повышении безопасности судоходства за счет предотвращения ошибок, связанных с утомлением и снижением психофизиологических функций.

Оценка эффективности профилактических мероприятий

После внедрения комплекса организационных и технических мероприятий (снижение уровней шума и вибрации, улучшение параметров микроклимата, применение СИЗ, регламентация времени воздействия) значения ИУИН существенно снижаются (Таблица 6.1).

Таблица 6.1 – Категории риска производственно обусловленных заболеваний после реализации мероприятий

Стаж, лет	Категория риска (ССС, после)	Категория риска (ОДА, после)
10-20	Нулевая	Нулевая
25	Средняя	Средняя
30	Очень высокая	Очень высокая
35	Почти полная	Почти полная

В обоих случаях (и до, и после мероприятий) величина ИУИН находится в диапазоне < 135 усл. ед., что соответствует нулевому профессиональному риску. Этиологическая доля фактора (EF) = 0, что позволяет отнести заболевания к общим заболеваниям, не связанным с профессией. Вместе с тем, полученные данные для работников со стажем до 20 лет свидетельствуют о сохранении компенсаторно-приспособительных возможностей организма, тогда как при стаже

свыше 20 лет отмечается начало кумуляции неблагоприятных эффектов воздействия факторов судовой сред.

Особого внимания заслуживает группа со стажем 25 лет. После внедрения мероприятий категория риска снижается с «высокой» до «средней» (ИУИН_{ССС} снижается на 14,2 %, ИУИН_{ОДА} – на 16,7 %). Это указывает на высокую эффективность профилактических мер в критический период профессиональной деятельности.

Пороговые значения стажа для различных категорий риска представлены в Таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пороговые значения стажа для различных категорий риска (лет)

Порог риска	ИУИН	ССС	ОДА	ССС	ОДА
		до профилактических мероприятий		после профилактических мероприятий	
Средний	157	22–23	22	24–25	24
Высокий	211	24	24	27	26
Очень высокий	264	26	26	28	28
Почти полный	317	27	27	30	29

Внедрение комплекса профилактических мероприятий позволяет отодвинуть наступление пороговых уровней риска в среднем на 2–3 года, что имеет существенное значение для сохранения профессионального долголетия работников.

Результаты обобщенной оценки эффективности в долгосрочной перспективе представлены в Таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Эффективность мероприятий (в долгосрочной перспективе)

Показатель	Оценка эффекта
1	2
Отсрочка формирования производственно обусловленных заболеваний	На 2-3 года (для СССР и ОДА)
Снижение ИУИН при стаже 25 лет	ССС: с 219 → 188 (-14,2 %); ОДА: с 221 → 184 (-16,7 %)
Снижение класса риска при стаже 25 лет	С «высокого» до «среднего» (для обоих видов патологии)

Продолжение таблицы 6.3

1	2
Сохранение трудоспособности	Продление срока профессиональной пригодности на 2–3 года
Предотвращение потери рабочего времени	Сокращение больничных листов на 15–20 % в группе со стажем 25+ лет

Интегральный экономический эффект на одного работника за весь период трудовой деятельности оценивается в диапазоне 270-500 тыс. рублей ежегодно. Структура экономического эффекта представлена в Таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Структура экономического эффекта на 1 работника

Статья экономии	Сумма, тыс. руб.
Снижение затрат на лечение и реабилитацию	100-200
Сохранение выработки (предотвращение простоев)	200-300
Итого	300-500

Рекомендации по управлению риском в зависимости от стажа представлены в Таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Рекомендации по управлению риском в зависимости от стажа

Стажевая группа	Рекомендации
0–15 лет	Стандартные медосмотры, мониторинг условий труда, профилактические беседы
15-20 лет	Усиленный контроль АД и состояния ОДА
20-25 лет	Переход на расширенные медосмотры (невролог, аудиометрия, рентген позвоночника). Рассмотреть ротацию или сокращение времени воздействия
25-30 лет	Ежегодные углубленные медицинские осмотры при ИУИН > 211. Контроль времени воздействия
30+ лет	Ежегодный углубленный медосмотр. Перевод на берег

Резюме. Профилактические рекомендации разработаны на основании установленных закономерностей и включают организационные мероприятия, медико-профилактические, гигиенические и санитарно-технические, а также психогигиенические. Эффективность мероприятий подтверждена расчётным

моделированием: снижение ИУИН составляет 14-27 % для патологий ССС и 12-17 % для патологий ОДА; категория риска для группы со стажем 25 лет снижается с «высокой» до «средней»; наступление пороговых уровней риска отодвигается на 2-3 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения комплексной гигиенической оценки условий труда членов экипажа автоматизированных пассажирских судов смешанного типа установлены существенные особенности воздействия факторов производственной и судовой среды, обусловленные спецификой организации трудового процесса и длительностью экспозиции вредных факторов [7].

Установлено, что традиционная процедура СОУТ, ориентированная на 8-часовую рабочую смену, не может адекватно отражать реальное воздействие факторов судовой среды на организм плавсостава. Это связано с тем, что члены экипажа подвергаются влиянию вредных факторов практически круглосуточно (до 180–200 суток непрерывно) в течение навигационного периода.

Для объективной оценки экспозиции в работе обоснован и применен нетрадиционный методический подход, основанный на определении «дозы» воздействующего фактора за определенный период (метод «доза-эффект»), который позволяет корректно оценить накопленный эффект от длительного воздействия виброакустических и электромагнитного факторов.

При стандартной 8-часовой оценке уровня шума и вибрации на рабочих местах судоводителей не превышают гигиенических нормативов.

Применение метода расчета дозы в течение навигационного периода показало, что условия труда судоводителей, рулевых и механиков по фактору шума оцениваются как вредные (класс 3.1) уже через 20 суток непрерывного воздействия, а по фактору общей вибрации для механиков через 30 суток.

К 60-м суткам навигации степень вредности возрастает до класса 3.2. Выявленные уровни воздействия создают высокий риск развития производственно обусловленных заболеваний, в первую очередь сердечно-сосудистой системы и опорно-двигательного аппарата.

Проведена классификация и анализ технических характеристик современных судовых источников ЭМП (РЛС, средства радиосвязи, в т.ч.

спутниковой, электроэнергетическое оборудование), генерирующих поля радиочастотного диапазона и промышленной частоты 50 Гц [29, 102].

В процессе выполнения исследований для судов обоснована необходимость использования расчетных методов прогнозирования уровней ЭМП на стадии проектирования, модернизации судов, контроля при эксплуатации [73, 94]. Результаты исследований легли в основу новых методических указаний (МУК 4.3.3831-22 и МУК 4.3.4035-24). Выявлена проблема отсутствия сертифицированных средств измерения для контроля импульсно-прерывистых ЭМП от вращающихся антенн РЛС в штатном режиме.

Зафиксировано несоответствие гигиеническим нормативам освещенности в рубке, высокий коэффициент пульсации освещения (34–40 %), что является причиной повышенного зрительного утомления судоводителей, особенно в ночное время [103].

Выявлены нарушения температурного режима в и машинном отделении. В теплый период отмечается превышение нормативной результирующей температуры из-за недостаточной мощности систем кондиционирования, в холодный – ее понижение из-за неэффективной теплоизоляции. Оценивается как вредный фактор (класс 3.1).

Установлено, что ведущим вредным фактором для судоводителей является высокая напряженность труда, обусловленная длительным сенсорным наблюдением, высокой ответственностью за безопасность, режимом работы (вахты, ночные смены) и влиянием качки [17, 18].

Тяжесть труда характеризуется умеренными физическими нагрузками, однако усугубляется статической нагрузкой и длительным нахождением в вынужденной рабочей позе (стоя).

Интегральная оценка напряженности труда для судоводителей соответствует классу 3.2, для рулевых и механиков – классу 3.1.

Комплексная гигиеническая оценка показала, что фактические условия труда членов экипажа автоматизированных пассажирских судов смешанного типа в течение навигационного периода вследствие длительной круглосуточной

экспозиции факторов различной природы (шум, вибрация, неблагоприятный микроклимат, недостаточное освещение, высокая напряженность труда) относятся к вредным (классы 3.1 и 3.2).

Полученные результаты свидетельствуют о неприменимости стандартных подходов СОУТ для плавсостава и доказывают необходимость внедрения разработанного дозового метода оценки экспозиции, учета специфики электромагнитной обстановки. Эти данные являются научным обоснованием для разработки комплекса профилактических мероприятий (включая ограничение времени пребывания в опасных зонах, совершенствование средств коллективной и индивидуальной защиты, оптимизацию режимов труда и отдыха) с целью сохранения профессионального здоровья и долголетия плавсостава.

В рамках исследования проведен комплексный анализ динамики субъективных и объективных психофизиологических показателей здоровья членов экипажа в течение навигационного периода, оценено влияние стажа профессиональной деятельности и сменного режима работы (дневная/ночная вахта) на функциональное состояние организма [30].

Анализ анкетирования 64 членов экипажа, задействованных в управлении судами с разделением на стажевые группы (до 10 лет и более 10 лет) выявил выраженное негативное влияние длительного стажа работы на субъективное восприятие здоровья.

В группе со стажем более 10 лет 86,1 % респондентов выразили неудовлетворенность организацией и режимом работы. Субъективная оценка напряженности труда в этой группе в 1,5 раза выше, чем у менее опытных. К концу навигации у членов экипажа со стажем более 10 лет доля лиц с ухудшением самочувствия в 1,5 раза превысила аналогичный показатель в группе с меньшим стажем (27,8 % против 17,9 %). В старшей стажевой группе отсутствовали лица с улучшением самочувствия.

Установлено статистически значимое ($p < 0,001$) увеличение частоты нарушений сна (72,2 %), раздражительности и несдержанности (58,4 %), болей в спине и коленях (58,3 %) у членов экипажа со стажем более 10 лет по сравнению с

группой до 10 лет. Заболеваемость острыми заболеваниями в старшей стажевой группе в 2,5 раза выше (72,2 % против 27,8 %).

В группе со стажем более 10 лет выявлены случаи хронических заболеваний сердечно-сосудистой системы и опорно-двигательного аппарата (13,9 %), что указывает на формирование производственно обусловленных заболеваний.

Субъективные данные свидетельствуют о накопительном эффекте (кумуляции) неблагоприятного воздействия факторов судовой среды, который отчетливо проявляется у судоводителей с опытом работы более 10 лет.

Проведенное шестикратное обследование в динамике навигационного периода выявило четкие закономерности изменения функционального состояния организма. Динамика теста САН продемонстрировала парадоксальное кратковременное улучшение показателей на 2-3-м месяце навигации (фаза адаптации и мобилизации), сменяющееся выраженным ухудшением к 5-6-му месяцу. К концу навигации доля лиц с плохим самочувствием и настроением выросла в 2,6 раза по сравнению с началом и составила 32,8 %.

В процессе оценки функционального состояния ЦНС данные теста «Кольца Ландольта», КЧСМ и реакции выбора продемонстрировали устойчивую отрицательную динамику. Установлено, что период устойчивой работоспособности не превышает 2–3 месяцев, после чего наступает фаза выраженного утомления и срыва адаптации. Время выполнения теста увеличилось с 381 с до 396 с ($p < 0,001$). Количество ошибок возросло с 12,0 до 17,8. КЧСМ снизилась с 43,2 до 40,9 Гц ($p < 0,001$). Время реакции выбора к концу навигации увеличилось до 467,7 мс, превысив исходный уровень ($p < 0,001$ по сравнению с серединой навигации). Коэффициент точности Уиппла снизился с 0,90 до 0,86 ($p < 0,001$).

Выявлена значимая перестройка баланса нервных процессов в середине навигации (преобладание торможения как охранительная реакция на стресс) с последующим истощением адаптационных механизмов к концу периода, о чем свидетельствует значимое снижение свойства торможения ($p < 0,001$) и возврат показателя стресса к исходно высокому уровню.

Выявлен критический тренд гемодинамических показателей, характеризующий срыв адаптации сердечно-сосудистой системы. К концу навигации зафиксировано: прогрессирующее повышение среднего динамического давления с 87,3 до 96,7 мм рт. ст.; снижение ударного объема крови с 63,41 до 59,01 мл.; значительный рост общего периферического сопротивления сосудов на 12,5 % (с 1521 до 1704 дин·с/см³), что указывает на длительный сосудистый спазм как основной механизм поддержания давления при снижении насосной функции сердца.

В процессе оценки физической работоспособности (Гарвардский степ-тест) к концу навигации отмечено двукратное снижение доли нормотонических реакций на физическую нагрузку (с 62,5 % до 31,2 %) и значительный рост гипертонических реакций (с 31,2 % до 56,3 %), что свидетельствует о выраженном утомлении, перенапряжении регуляторных механизмов и замедлении восстановительных процессов.

Сравнительный анализ стажевых групп показал, что основной вклад в ухудшение состояния вносит длительность навигационного периода, однако у опытных судоводителей (стаж ≥ 10 лет) выявлены специфические особенности. Значимо более медленное время реакции к концу навигации (485,6 мс против 444,7 мс у менее опытных, $p = 0,013$), что может свидетельствовать о кумулятивном истощении нервной системы и снижении скорости обработки информации. При этом у опытных работников отмечается более стабильный уровень работоспособности на протяжении сезона, что, вероятно, связано с рациональным распределением функциональных ресурсов, однако это достигается ценой замедления психомоторных реакций.

При оценке влияния сменного режима (дневная/ночная вахта) выявлены принципиальные различия в характере утомления в зависимости от времени суток несения вахты. Так в процессе несения дневной вахты утомление проявляется преимущественно в снижении сложной производительности (на 18,3 %) при относительно стабильной скорости переработки информации и умеренном росте ошибок. В процессе несения ночной вахты выявлен комплексный характер

утомления, затрагивающий все когнитивные сферы: количество ошибок возрастает на 51,9 % (в 4 раза сильнее, чем днем), скорость переработки информации падает на 20,8 %, производительность снижается на 31 %.

Несмотря на исходно более высокий уровень когнитивных способностей перед ночной вахтой («вечерняя мобилизация»), организм не способен компенсировать негативное воздействие работы в нефизиологичное время, что создает прямые риски для безопасности судовождения.

Анализ гемодинамики во время несения вахты показал, что к концу навигации отмечается статистически значимое ($t = 2,3$) снижение минутного объема кровообращения после рабочей нагрузки, что указывает на снижение функциональных резервов миокарда на фоне накопленного утомления.

Таким образом, результаты проведенного исследования свидетельствуют, что длительный навигационный период (6 месяцев) оказывает выраженное негативное влияние на психофизиологическое состояние и здоровье членов экипажа автоматизированных пассажирских судов смешанного типа. Установлен кумулятивный эффект воздействия факторов судовой среды и напряженного труда, проявляющийся в истощении функциональных резервов центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, снижении когнитивных функций (особенно скорости реакции и точности), нарастании вегетативного дисбаланса и ухудшении субъективного самочувствия.

Наиболее критическим периодом является вторая половина навигации (4–6 месяцы), когда развивается состояние хронического утомления и срыва адаптации. В этот период ночные вахты являются экстремальным видом деятельности, требующим особого контроля и дополнительных мер профилактики.

Полученные результаты являются научным обоснованием для разработки комплекса организационных, гигиенических и медико-профилактических мероприятий, направленных на оптимизацию режимов труда и отдыха, ограничение непрерывной длительности навигационных периодов,

психофизиологическую коррекцию состояния членов экипажа и предотвращение производственно обусловленных заболеваний.

Проведенное исследование позволило установить прямые причинно-следственные связи между воздействием специфических факторов судовой среды и выявленными негативными изменениями в состоянии здоровья плавсостава.

Кумулятивный эффект виброакустических факторов подтверждается тем, что субъективно члены экипажа со стажем > 10 лет в 3 раза чаще (27,8 % против 10,7 %) жалуются на снижение остроты слуха. Объективно у той же группы наблюдается статистически значимое ($p < 0,001$) снижение КЧСМ – маркера утомления сенсорных систем. Это прямое следствие длительной шумовой и вибрационной нагрузки, ведущей к истощению нервной системы.

Оценка влияния факторов производственной среды показала, что устойчивая психофизиологическая работоспособность сохраняется только первые 2-3 месяца. К 4-му месяцу происходит срыв адаптации. К концу навигации количество ошибок в тестах возрастает на 51,9 % (в ночное время), а время реакции замедляется (у опытных – до 485,6 мс). Это прямая угроза безопасности судовождения, так как время принятия решения критически увеличивается. Зафиксирован патологический сдвиг: в середине навигации – охранительное торможение, к концу – истощение коры головного мозга (снижение свойства торможения).

Результат воздействия статической нагрузки и напряженности труда проявляется в виде негативной динамики гемодинамических показателей, выявленных к концу навигации – ОПСС возрастает на 12,5 % (гипертонический тип реакции), а среднее динамическое давление растет. Это классическая картина «сосудистого стресса» и симпатикотонии, которая может усугубляться стрессом. 13,9 % членов экипажа со стажем более 10 лет имеют медикаментозно купируемую гипертонию.

Длительное непрерывное воздействие факторов судовой среды приводит к кумуляции патологических изменений. Полученные данные свидетельствуют, что к концу 6-го месяца навигации организм переходит из фазы утомления в фазу

хронического перенапряжения. Снижается УОК при возрастающем сосудистом сопротивлении (сердце работает менее эффективно). Показатели САН ухудшаются в 2,6 раза. У 58,3 % опытных членов экипажа появляются хронические боли в опорно-двигательном аппарате. Это совпадает с данными о кумулятивной дозе шума/вибрации, которая достигает критических значений именно ко 2–3 месяцу, вызывая «срыв адаптации» на психофизиологическом уровне.

В рамках исследования проведена комплексная количественная и качественная оценка профессионального риска для здоровья членов экипажа автоматизированных пассажирских судов смешанного типа с использованием априорных (по классам условий труда), апостериорных (по данным о заболеваемости) и прогностических (интегральный индекс) методов, что позволило получить объективные критерии для принятия управленческих решений.

Для профессиональной группы вахтенные штурманы интегральная оценка условий труда проведена по наихудшему фактору — напряженность труда (класс 3.2), что в соответствии с Р 2.2.3969-23 соответствует категории «Средний риск». Основными рискообразующими факторами являются: длительное сенсорное напряжение (наблюдение за навигационной обстановкой); нерегулярный режим работы (ночные вахты, ненормированный рабочий день); психоэмоциональное напряжение (высокая ответственность за безопасность); неудовлетворительные параметры микроклимата и освещения (класс 3.1).

Оценка вероятности развития специфических профессиональных заболеваний (нейросенсорная тугоухость) показала статистически незначимый риск (уровень шума $LEX,8h = 65,3$ дБА ниже порогового значения, однако риск развития неспецифических нарушений (вегетососудистая дистония, гипертоническая болезнь, неврозы) оценивается как малый со средней тяжестью последствий.

Для профессиональной группы механиков интегральная оценка проведена по наихудшему фактору — шум на рабочих местах (отделение вспомогательных

двигателей — 96,7 дБА, превышение ПДУ на 16,7 дБА) — соответствует классу 3.3, что определяет категорию «Высокий риск». Дополнительными отягощающими факторами являются: неблагоприятный микроклимат в машинном отделении (класс 3.1); совместное действие шума и вибрации (кумулятивный эффект); высокая напряженность труда (класс 3.1).

Апостериорная и вероятностная оценка риска развития нейросенсорной тугоухости проведена на основе расчета с использованием модели «доза-эффект» (Р 2.2.3969-23) и позволила установить следующее. Воздействие шума у профессиональной группы «Судоводители» не превышает физиологических адаптационных возможностей органа слуха, сдвиг порогов слышимости статистически незначим. У профессиональной группы механиков зафиксированное превышение ПДУ (80 дБА) на 2,6 дБ приводит к достоверному смещению порога слышимости, что квалифицируется как начальные признаки профессионального воздействия шума. При стаже 10 лет у 10 % наиболее чувствительных механиков прогнозируется потеря слуха на среднеречевых частотах ориентировочно на 6,6 дБ. При стаже 20+ лет риск переходит в категорию высокого. Сочетание действия шума и вибрации у механиков сокращает латентный период развития профессиональных заболеваний на 1-3 года.

С использованием весовых коэффициентов и математического моделирования получены прогностические уравнения, позволяющие количественно оценить риск развития патологии ССС и ОДА в зависимости от стажа работы.

Установлено, что качка является основным источником вибрационного воздействия на экипаж, ее вклад составляет 28-31 дБ, что превышает механическую вибрацию. Эквивалентные уровни вибрации с учетом качки за 24 часа составляют 97–100 дБ, а при длительной навигации (180 суток) достигают 120-123 дБ, что существенно изменило итоговые показатели риска.

Выявлен значимый градиент риска между профессиональными группами. Для судоводителей характерен малый-средний риск с преобладанием

неспецифической патологии (сердечно-сосудистая, нервная системы). Для механиков – средний-высокий риск развития специфической патологии (нейросенсорная тугоухость) с сокращением латентного периода на 1-3 года.

Разработанные математические модели с высоким коэффициентом достоверности ($R^2 \geq 0,998$) позволяют прогнозировать индивидуальный профессиональный риск снижения надежности в зависимости от стажа и возраста. Установлено, что безопасный стаж работы (без значимого риска развития производственно обусловленных заболеваний) составляет 22-23 года.

Показано, что снижение класса вредности вибрации с 3.2 до 3.1 позволяет отодвинуть порог формирования патологии сердечно-сосудистой системы на 2-3 года, что подтверждает приоритетность мероприятий по снижению вибрационного воздействия (амортизация, режим труда, ограничение времени воздействия).

Применение сочетания априорных, вероятностных и прогностических методов позволило получить не только категорию риска, но и количественные характеристики (в годах стажа и процентах вероятности), что создает объективную основу для разработки адресных профилактических программ и обоснования ограничений по стажу для плавсостава.

Несмотря на то, что вероятностный расчет для механиков (с учетом стажа 10 лет и тяжести последствий) показывает категорию «Умеренный/Средний», для принятия управленческих решений (определение периодичности медосмотров, выдача СИЗ, установление льгот) сохраняется приоритет класса условий труда 3.3 (Высокий риск).

Результаты расчета и оценки профессионального риска подтверждают данные, полученные в результате натурных исследований. Установлено, что длительная (свыше 22-23 лет) работа в условиях сочетанного воздействия вредных факторов судовой среды приводит к формированию стойкой патологии сердечно-сосудистой и нервной систем у членов экипажа, занятых судовождением, специфических профессиональных заболеваний (нейросенсорная тугоухость) у механиков. Разработанные прогностические модели позволяют на

этапе медицинских осмотров и профотбора выделять группы повышенного риска и своевременно корректировать режим труда и отдыха. Полученные количественные критерии (пороговые значения интегрального уровня индекса надежности, безопасный стаж) являются научным обоснованием для внесения изменений в нормативные документы по гигиене труда на водном транспорте.

ВЫВОДЫ

1. Традиционная процедура специальной оценки условий труда, ориентированная на 8-часовую рабочую смену, является неадекватной для членов экипажа судов и занижает класс вредности, поскольку нивелирует реальное кумулятивное воздействие факторов судовой среды, действующих на организм практически круглосуточно (до 180 суток непрерывно) в течение навигационного периода. При стандартной 8-часовой оценке уровни шума и вибрации на рабочих местах судоводителей не превышают гигиенических нормативов (класс 2 – допустимые). Интегральная оценка условий труда членов экипажа с учетом круглосуточной экспозиции позволяет оценивать их как вредные (классы 3.2 и 3.3).

2. Навигационный период (6 месяцев) вызывает стойкое прогрессирующее ухудшение функционального состояния центральной нервной системы, характеризующееся снижением скорости психомоторных реакций, точности внимания и когнитивной производительности, что создает прямую угрозу безопасности судовождения и увеличивает риск аварийных ситуаций по вине «человеческого фактора». Время выполнения корректурной пробы увеличилось на 3,9 %; количество ошибок возросло на 48,3 %; критическая частота слияния мельканий снизилась с 43,2 до 40,9 Гц; коэффициент точности Уиппла снизился с 0,90 до 0,86. Изменения носили статистически значимый характер ($p < 0,001$).

3. Установлено, что период устойчивой работоспособности не превышает 2-3 месяцев, после чего наступает фаза выраженного утомления и срыва адаптации, что подтверждается двукратным снижением доли нормотонических реакций на физическую нагрузку (с 62,5 % до 31,2 %) и значительным ростом гипертонических реакций (с 31,2 % до 56,3 %).

4. К концу навигационного периода у членов экипажа формируется стойкий синдром вегетативной дисрегуляции с преимущественным повышением

сосудистого тонуса, что свидетельствует о срыве адаптационных механизмов сердечно-сосудистой системы и повышает риск развития гипертонической болезни и ишемических нарушений. Среднее динамическое давление повысилось на 10,8 %; ударный объем крови снизился на 6,9 %; общее периферическое сопротивление сосудов возросло на 12,5 % – с 1521 до 1704 дин·с/см³, что указывает на длительный сосудистый спазм как основной механизм поддержания давления при снижении насосной функции сердца. При этом у 13,9 % членов экипажа со стажем более 10 лет впервые выявлены случаи хронических заболеваний сердечно-сосудистой системы (медикаментозно купируемая гипертония), что подтверждает формирование производственно обусловленных заболеваний.

5. Длительная работа в условиях сочетанного воздействия вредных факторов судовой среды приводит к кумуляции патологических изменений, проявляющихся у членов экипажа со стажем > 10 лет, которые характеризуются достоверно более высокой частотой субъективных жалоб, объективных функциональных нарушений и впервые выявленной хронической патологией. При анкетировании 64 членов экипажа в группе со стажем > 10 лет 86,1 % респондентов выразили неудовлетворенность организацией и режимом работы (против 38,5 % в группе < 10 лет); доля лиц с ухудшением самочувствия, нарушением сна, проявлением раздражительности к концу навигации в группе > 10 лет в 1,5-2 раза выше, чем в группе со стажем < 10 лет; доля стажированных работников, отметивших боли в спине и коленях в 3 раза превышает их долю при стаже < 10 лет.

6. Несение ночных вахт является экстремальным видом деятельности, сопровождающимся комплексным утомлением всех когнитивных сфер, многократно превышающим утомление при дневных вахтах, что создает повышенные риски для безопасности мореплавания и требует особого контроля и дополнительных мер профилактики. В процессе несения дневной вахты утомление проявляется преимущественно в снижении сложной производительности на 18,3 % при относительно стабильной скорости

переработки информации (количество ошибок возрастает на 51,9 % (в 4 раза сильнее, чем днем); скорость переработки информации падает на 20,8 %; производительность снижается на 31 %). Несмотря на исходно более высокий уровень когнитивных способностей перед ночной вахтой («вечерняя мобилизация»), организм не способен компенсировать негативное воздействие работы в нефизиологичное время. Это свидетельствует о кумулятивном истощении нервной системы и снижении скорости обработки информации.

7. Количественная оценка профессионального риска с использованием априорных, апостериорных и прогностических методов позволила установить дифференцированные категории риска для различных профессиональных групп: для судоводителей – «средний риск» с преобладанием неспецифической патологии (ССС, нервная система); для механиков – «высокий риск» развития специфической патологии (нейросенсорная тугоухость) с сокращением латентного периода на 1-3 года.

8. Вероятность развития нейросенсорной тугоухости у механиков при стаже 10 лет у 10 % наиболее чувствительных прогнозируется потеря слуха на среднеречевых частотах ориентировочно на 6,6 дБ; при стаже 20+ лет риск переходит в категорию высокого. Разработанные математические модели ($R^2 \geq 0,998$) позволили установить, что безопасный стаж работы в должности судоводителя (без значимого риска развития производственно обусловленных заболеваний) не превышает 22-23 лет.

9. Комплексная гигиеническая оценка условий труда членов экипажа автоматизированных пассажирских судов смешанного типа с применением дозового метода, углубленного психофизиологического тестирования и прогностического математического моделирования позволила доказать, что длительный навигационный период (6 месяцев) в условиях кумулятивной экспозиции вредных факторов приводит к формированию стойких функциональных нарушений со стороны центральной нервной, сердечно-сосудистой систем и опорно-двигательного аппарата, которые не диагностируются стандартными методами периодических осмотров, но

существенно повышают профессиональные риски и снижают безопасность плавания. Полученные количественные критерии (пороговые значения, безопасный стаж – 22-23 года, критический период – вторая половина навигации (4-6 месяцы) являются научным обоснованием для внесения изменений в нормативные документы по гигиене труда на водном транспорте и разработки комплексной системы сохранения профессионального здоровья моряков.

10. Профилактические мероприятия разработаны на основании установленных закономерностей и включают организационные меры (сокращение непрерывного навигационного периода до 3-4 месяцев, регламентированные микро-перерывы при ночной вахте, скользящий график чередования вахт), медико-профилактические (углубленные медосмотры для стажа 15+ лет, аудиометрический контроль дважды в год, индивидуальные карты мониторинга АД), гигиенические и санитарно-технические (модернизация звукоизоляции и вибродемпфирования, реконструкция систем кондиционирования и освещения, ограничение доступа в зоны ЭМП), а также психогигиенические (тренинги, уголки психологической разгрузки, ротация экипажей).

11. Внедрение комплекса профилактических мероприятий, направленных на снижение вибрационного и шумового воздействия, оптимизацию режимов труда и отдыха, позволяет существенно снизить интегральный уровень интенсивности нагрузки, отодвинуть порог формирования производственно обусловленных заболеваний на 2-3 года и обеспечить значительный экономический эффект в долгосрочной перспективе.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Учреждениям и организациям Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека:

– при проведении контрольно-надзорных мероприятий осуществлять расчетное прогнозирование и измерение уровней электромагнитных полей на судах в соответствии с МУК 4.3.3831-22 «Расчетное прогнозирование уровней электромагнитных полей на судах», МУК 4.3.4035-24 «Измерение электрических, магнитных и электромагнитных полей на судах и морских сооружениях»;

– проводить расчет уровней напряженности магнитного поля частотой 50 Гц, создаваемого судовым электрооборудованием в соответствии с программой для ЭВМ (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023618392 от 27.02.2023);

– при оценке виброакустических факторов судовой среды использовать метод расчета дозовой нагрузки;

– при оценке и прогнозе вероятности развития заболеваний с использованием значимых производственных факторов и длительности их воздействия, которые могут влиять на профессиональную надежность работников, осуществляющих трудовую деятельность в условиях, несоответствующих гигиеническим требованиям использовать МР «Оценка и прогноз профессионального риска, обусловленного интенсивностью и длительностью воздействия производственных факторов (для отдельных видов транспорта)».

Организациям, осуществляющим проектирование, строительство, модернизацию судов, судовладельцам:

– расчетное прогнозирование уровней электромагнитных полей проводить в соответствии с МУК 4.3.3831-22 «Расчетное прогнозирование уровней электромагнитных полей на судах»;

- расчет уровней напряженности магнитного поля частотой 50 Гц, создаваемого судовым электрооборудованием в соответствии с программой для ЭВМ (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023618392 от 27.02.2023);

- проектирование судов с учетом акустического зонирования;
- использовать вибродемпфирующие покрытия на металлических конструкциях корпуса и палубах.

Судовладельцам:

- внедрить систему контроля соблюдения режима труда и отдыха;
- внедрить обязательные «дни восстановления» (рекреационные паузы) каждые 20–25 суток плавания;

- оборудовать рабочее место членов экипажей, занятых управлением судами креслом с активной или механической подвеской (например, с 6-осевой компенсацией качки или пневмоэлементами). Кресло должно иметь регулировку поясничной поддержки, подлокотников и подголовника. Под рабочим креслом и в зоне нахождения членов экипажа использовать специальные композитные виброгасящие покрытия;

- внедрить системы биометрического мониторинга утомления на рабочих местах членов экипажей, занятых управлением судами;

- организовать проведение физиотерапевтических процедур (массаж, электрофорез, лечебная физкультура) в судовом медпункте;

- обеспечить экипаж полноценным рационом, богатым белком и витаминами;

- осуществлять своевременное техническое обслуживание судов;

- повысить эффективности систем кондиционирования в рубке и каютах;

- модернизировать системы освещения для снижения коэффициента пульсации.

Высшим учебным заведениям, осуществляющим подготовку специалистов по направлению «Медико-профилактическое дело»:

– включить в образовательную программу специалитета и дополнительного профессионального образования вышеуказанные методические рекомендации.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

С учетом результатов, полученных в диссертационной работе, перспективным направлением дальнейшей научной разработки темы является изучение одного из значимых и неустранимых вредных факторов – качка, идентифицированного как фактор рабочей среды, который увеличивает физические и нервно-психические нагрузки на членов экипажей судов, влияние которого не учитывают при гигиенической оценке судовой среды.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АД – артериальное давление

ВВП – внутренние водные пути

ВИК – вегетативный индекс Кердо

ВОЗ (WHO) – Всемирная организация здравоохранения (англ. World Health Organization)

ДД – диастолическое давление

ИМО (IMO) – Международная морская организация (англ. International Maritime Organization)

ИСО – Международная организация по стандартизации (англ. International Organization for Standardization)

ИУИН – интегральный уровень интенсивности нагрузки

КВ – короткие волны

КЧСМ – критическая частота слияния мельканий

МОК – минутный объем крови

МОТ (ILO) – Международная организация труда (англ. International Labour Organization)

МОК – минутный объем крови

МП – магнитное поле

МУК – методические указания по методам контроля

НСТ – нейросенсорная тугоухость

ОДА – опорно-двигательный аппарат

ОПСС – общее периферическое сопротивление сосудов

ПВ – промежуточные волны

ПДУ – предельно допустимый уровень

ППЭ – плотность потока энергии

РЛС – радиолокационная станция

РПУ – радиопередающее устройство

РТ – результирующая температура
САН – самочувствие, активность, настроение
СВ – средние волны
СДД – среднее динамическое давление
СИЗ – средство индивидуальной защиты
СОУТ – специальной оценки условий труда
СП – санитарные правила
СПИ – скорость переработки информации
ССС – сердечно-сосудистая система
УКВ – ультракороткие волны
УОК – ударный объем крови
ЦНС – центральная нервная система
ЧСС – частота сердечных сокращений
ЭВМ – электронно-вычислительная машина
ЭМИ – электромагнитные излучения
ЭМП – электромагнитные поля
ЭП – электрическое поле
DNV – англ. Det Norske Veritas
LR – англ. Lloyd's Register of Shipping

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бодров, В. А. Психологический стресс: развитие и преодоление / В. А. Бодров. – М. : ПЕР СЭ, 2006. – 528 с. – ISBN 5-9292-0146-3.
2. Вагин, В. А. Временная нетрудоспособность моряков и работников береговых служб морского флота / В. А. Вагин // Медицина экстремальных ситуаций. – 2018. – Т. 20, № 2. – С. 180–187.
3. Вагин, В. А. О профессиональной непригодности моряков / В. А. Вагин // Здравоохранение Российской Федерации. – 2017. – Т. 61, № 3. – С. 161–165. – DOI: 10.18821/0044-197X-2017-61-3-161-165.
4. Влияние режима автоматизированного ведения поездов скоростного и высокоскоростного сообщения на функциональное состояние и работоспособность членов локомотивных бригад / М. Ф. Вильк, В. Н. Тулушев, В. Б. Панкова, Е. О. Латынин // Медицина труда и экология человека. – 2023. – № 2 (34). – С. 84–97. – DOI: 10.24412/2411-3794-2023-10206.
5. Ганнесен, В. В. Человеческий фактор как одна из основных причин аварийности / В. В. Ганнесен, Е. Е. Соловьева // Научные труды Дальрыбвтуза. – 2022. – Т. 61, № 3. – С. 64–69.
6. Гигиеническая оценка условий труда и состояния здоровья лиц опасных профессий / Ю. Г. Пискарев, Н. Н. Потехина, Д. К. Божатков, К. Р. Генрих // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – № 11(260). – С. 43-44.
7. Гигиеническая оценка особенностей трудовой деятельности экипажа в условиях Арктики и нормативное обеспечение охраны здоровья моряков: проспективное исследование / А. Б. Разлетова, В. Н. Никитина, Г. Г. Ляшко [и др.] // Морская медицина. – 2022. – Т. 8, № 3. – С. 88–99. – DOI: 10.22328/2413-5747-2022-8-3-88-99.
8. ГОСТ ISO 9612–2016. Акустика. Измерение шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерения на рабочих. Введ. 2017-09-01. – М.: Стандартиформ, 2016. – 40 с.

9. Григорьев, Н. Н. Правила МППСС-72: Неопределенность в принятии решения / Н. Н. Григорьев, М. М. Наконечный // Морской флот. – 2016. – № 5. – С. 32–36.
10. Григорьев, Н. Н. Формы и эффективность международной морской организации при борьбе с усталостью моряков / Н. Н. Григорьев, Д. Б. Сигаев // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова. – 2017. – Т. 9, № 3. – С. 506–515. – DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-3-506-515.
11. Григорьев, Н. Проблема надежности человека-оператора / Н. Григорьев, А. Григорьев. – Текст : электронный // Морские вести России : [сайт]. – 2021. – 27 мая. – URL: <https://morvesti.ru/themes/1696/89805/> (дата обращения: 25.07.2026).
12. Даниленко, А. А. Психологические основы управления судовым экипажем / А. А. Даниленко. – СПб.: Логос, 2007. – 211 с.
13. Денисова, Е. С. Исследование вредных производственных факторов на рабочих местах плавсостава / Е. С. Денисова, Н. В. Буторина // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 8-4. – С. 495–498. – URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=10109> (дата обращения: 03.08.2026). – Текст : электронный.
14. Дикая, Л. Г. Психическая саморегуляция функциональных состояний человека в процессе трудовой деятельности / Л. Г. Дикая. – М. : Изд-во Ин-та психологии РАН, 2003. – 320 с. – ISBN: 5-9270-0048-7.
15. Дружилов, С. А. Профессиональное здоровье трудящихся и психологические аспекты профессиональной адаптации // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 6. – С. 34-37.
16. Дружинин, В. Н. Экспериментальная психология: учебник для вузов / В. Н. Дружинин. – 2-е изд., доп. – СПб.: Питер, 2003. – 319 с. – (Учебник нового века).
17. Дубровская, Е. Н. Методы оценки профессиональной надежности судоводителей / Е. Н. Дубровская // Материалы 4-го Международного

Молодежного Форума «Профессия и здоровье» (Светлогорск, 5–7 июля 2022 г.) / науч. ред. И. В. Бухтияров. – М. : Изд-во НКО АМТ, ФГБНУ НИИ МТ, 2022. – С. 73–76.

18. Дубровская, Е. Н. Психофизиологическое состояние судоводителей пассажирских судов в навигационный период / Е. Н. Дубровская, О. И. Копытенкова // Гигиена и санитария. – 2023. – Т. 102, № 8. – С. 811–816. – DOI: 10.47470/0016-9900-2023-102-8-811-816.

19. Зуб, И. В. Особенности профессионально-прикладной физической подготовки курсантов, обучающихся по направлению «Судовождение» / И. В. Зуб // Современные наукоемкие технологии. – 2020. – № 7. – С. 225–230. – DOI: 10.17513/snt.38164.

20. Ильин, Е. П. Психология индивидуальных различий / Е. П. Ильин. – СПб. : Питер, 2011. – 701 с. – ISBN 978-5-4237-0032-4.

21. К вопросу об усталости персонала судов как одной из существенных причин аварий на транспортных судах / А. Н. Томилин, А. Л. Боран-Кешишьян, С. Н. Томилина, Д. О. Яворская // Эксплуатация морского транспорта. – 2020. – № 3 (96). – С. 15–23. – DOI: 10.34046/aumsuomt96/3.

22. К вопросу реализации гигиенических требований к гипогеомагнитным условиям на судах / В. Н. Никитина, Т. В. Каляда, Л. В. Походзей [и др.] // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. – 2018. – Т. 13, № 2. – С. 912–920.

23. Казакевич, Е. В. Медицинские осмотры плавсостава Северного бассейна: результаты, анализ, проблемы / Е. В. Казакевич, В. Л. Архиповский, И. А. Доронин // Медицина экстремальных ситуаций. – 2018. – Т. 20, № 2. – С. 172–179.

24. Калинина, Н. И. Характеристика электромагнитных излучений, создаваемых в окружающей среде земными станциями спутниковой связи / Н. И. Калинина, Е. Н. Дубровская, К. Е. Костина // Экология родного края: проблемы и пути их решения : Материалы II Международной науч.-практ. конф. (Киров, 23–24 апреля 2025 г.). – Киров : Изд-во Вятского гос. ун-та, 2025. – С. 323–327.

25. Каретников, В. В. Исследование влияния усталости судоводителя на процесс обеспечения безопасности судоходства / В. В. Каретников, С. В. Козик, И. А. Соколова // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова. – 2017. – Т. 9, № 2. – С. 272–279. – DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-2-272-279.

26. Карпов, Д. А. Поддержание профессиональной работоспособности корабельных специалистов ВМФ в длительном плавании средствами гидродинамической тренировки : автореферат дис. ... кандидата педагогических наук : 13.00.04 / Карпов Дмитрий Андреевич; Рос. гос. пед. ун-т им. А.И. Герцена. – Санкт-Петербург, 2018. – 23 с.

27. Конвенция Международной организации труда № 186 о труде в морском судоходстве (Женева, 23 февраля 2006 г.): с изменениями и дополнениями: принята 94-й (морской) сессией Генеральной конференции МОТ. – Текст электронный // ГАРАНТ: справочно-правовая система. – URL: <https://base.garant.ru/2565251/> (дата обращения: 22.07.2026).

28. Кондратьев, С. И. Эргономический подход к оцениванию деятельности судовых специалистов: суть проблемы и подход к ее решению / С. И. Кондратьев, А. Н. Печников, Е. В. Хекерт // Морские интеллектуальные технологии. – 2018. – № 4-4 (42). – С. 166–174.

29. Контроль и гигиеническая оценка электромагнитной обстановки на судах / В. Н. Никитина, Е. Н. Дубровская, Н. И. Калинина [и др.] // Актуальные вопросы промышленной и морской медицины : Сб. науч. работ V Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию со дня рождения В. В. Довгуши (Санкт-Петербург, 03–04 апреля 2024 г.). – СПб.: Изд-во Санкт-Петерб. политехн. ун-та Петра Великого, 2024. – С. 196–206.

30. Копытенкова, О. И. Влияние условий труда на психофизиологическое состояние судоводителей / О. И. Копытенкова, Е. Н. Дубровская, Л. А. Леванчук // Гигиена и санитария. – 2025. – Т. 104, № 8. – С. 1003–1009. – DOI: 10.47470/0016-9900-2025-104-8-1003-1009.

31. Копытенкова, О. И. К вопросу о профессиональной заболеваемости работников водного транспорта / О. И. Копытенкова, Е. Н. Дубровская // Современные проблемы эпидемиологии, микробиологии и гигиены : Материалы XIII Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора (Екатеринбург, 15–17 сентября 2021 г.) / под ред. А. Ю. Поповой. – Екатеринбург : Изд-во Екатеринбургского мед. науч. центра профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий Федер. службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2021. – С. 145–146.

32. Копытенкова, О. И. Оценка канцерогенного риска работников, эксплуатирующих транспортные средства на дизельном топливе / О. И. Копытенкова, Л. А. Леванчук, Е. Н. Дубровская // Гигиена и санитария. – 2022. – Т. 101, № 9. – С. 1049–1053. – DOI: 10.47470/0016-9900-2022-101-9-1049-1053.

33. Копытенкова, О. И. Психофизиологические методы, для определения профессиональной пригодности машинистов железнодорожного транспорта / О. И. Копытенкова, О. Т. Алиев. – Текст : электронный // Интернет-журнал Науковедение. – 2014. – № 5 (24). – 9 с. – URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/90TVN514.pdf> (дата обращения: 02.07.2026).

34. Копытенкова, О. И. Фактор непогашенного ускорения при эксплуатации транспортных средств / О. И. Копытенкова, Е. Н. Дубровская, Л. А. Леванчук // Гигиена и санитария. – 2022. – Т. 101, № 8. – С. 910–914. – DOI: 10.47470/0016-9900-2022-101-8-910-914.

35. Корнилова, Т. В. Экспериментальная психология : учебник для бакалавров : учебник для студентов высш. учеб. заведений, обуч. по направлению и специальностям психологии / Т. В. Корнилова ; Психологический фак. МГУ им. М. В. Ломоносова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Юрайт, 2013. – 640 с. – (Бакалавр. Базовый курс). – ISBN 978-5-9916-2484-8.

36. Кубасов, Р. В. Медико-санитарные условия жизнедеятельности экипажа на борту морского судна (обзор литературы) / Р. В. Кубасов, В. В.

Лупачев, Е. Д. Кубасова // Медицина труда и промышленная экология. – 2016. – № 6. – С. 43–46. – DOI: 10.22328/2413-5747-2016-2-1-42-49.

37. Кукуи, Ф. Д. Вероятность появления сбоя в работе организационной судовой системы, вызванной эффектом усталости при несении вахты / Ф. Д. Кукуи // Norwegian Journal of Development of the International Science. – 2019. – № 28-1. – С. 34–39.

38. Лазарева, Н. В. Особенности состояния здоровья работников водного транспорта / Н. В. Лазарева, Ю. А. Гурецкая, Ю. Д. Удалов // Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье. – 2022. – Т. 12, № 4. – С. 104–108. – DOI: 10.20340/vmi-rvz.2022.4.OZOZ.2.

39. Леванчук, Л. А. Непогашенное ускорение как фактор производственной среды, влияющий на здоровье при эксплуатации транспортных средств / Л. А. Леванчук, Е. Н. Дубровская // Теоретические и практические аспекты формирования и развития «новой науки» : сб. ст. Международной науч.-практ. конф. (Воронеж, 17 января 2022 г.) / отв. ред. А. А. Сукиасян. – Уфа : ОМЕГА САЙНС, 2022. – С. 53–55.

40. Леонова, А. Б. Профессиональный стресс в процессе организационных изменений / А. Б. Леонова, И.А. Мотовилина // Психологический журнал. – 2006. – № 2. – С. 79–92.

41. Леонова, А. Б. Структурно-интегративный подход к анализу функциональных состояний человека // Вестник Московского университета. Сер. 14. Психология. – 2007. – № 1. – С. 87–103.

42. Лобенко, А. А. Актуальность психофизиологического профотбора моряков (обзор литературы) / А. А. Лобенко, Э. М. Псядло, Т. В. Демидова // Медицина труда и промышленная экология. – 2000. – № 5. – С. 27–32.

43. Ломов, О. П. Физические факторы обитаемости кораблей и судов / [О. П. Ломов, И. М. Ахметзянов, М. О. Соколов] ; под общ. ред. О. П. Ломова. – СПб. : Судостроение, 2014. – 558 с. – ISBN 978-5-7355-0757-4.

44. Максименко, М. А. Уровень профессионального стресса у военнослужащих морского флота в долгосрочном походе / М. А. Максименко, Ю.

Ю. Федотова. – Текст : электронный // Международный студенческий научный вестник. – 2023. – № 1. – URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=21180> (дата обращения: 04.08.2026).

45. Мантрова, И. Н. Методическое руководство по психофизиологической и психологической диагностике / И. Н. Мантрова; Нейрософт. – Иваново, 2007. – 216 с. – URL: <https://kognoreg.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/03/psyhotest2.pdf> (дата обращения: 24.07.2026). – Текст : электронный.

46. Мацевич, Л. М. Гигиенические и психофизиологические аспекты стрессовых ситуаций на морском флоте / Л. М. Мацевич // Морская медицина. – 2016. – Т. 2, № 1. – С. 64–74. – DOI: 10.22328/2413-5747-2016-2-1-64-74.

47. Мацевич, Л. М. К вопросу о заболеваемости плавсостава транспортного флота Дальневосточного региона / Л. М. Мацевич // Морская медицина. – 2017. – Т. 3, № 2. – С. 34–46. – DOI: 10.22328/2413-5747-2017-3-2-34-46.

48. Мацевич, Л. М. Проблема психофизиологического профессионального отбора судовых специалистов / Л. М. Мацевич // Медицина труда и промышленная экология. – 2006. – № 3. – С. 29–33.

49. Международная конвенция по охране человеческой жизни на море 1974 года (СОЛАС–74) : текст, измененный Протоколом 1988 года, с поправками : с изменениями на 23 мая 2024 года. – Текст : электронный // Кодекс : электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: <https://sudrf.cntd.ru/document/901765675> (дата обращения: 18.08.2026).

50. Мельникова, И. П. Влияние производственных факторов на здоровье моряков / И. П. Мельникова // Гигиена и санитария. – 2007. – № 1. – С. 42–44.

51. Мерков, А. М. Санитарная статистика / А. М. Мерков, Л. Е. Поляков. – Л. : Медицина, 1974. – 384 с. – (Пособие для врачей).

52. МИ ПКФ-14-016. Методика измерений звукового давления в инфразвуковом диапазоне частот на рабочих местах в производственных помещениях и на территории : свидетельство об аттестации № 016-01.00279-2014

от 01.09.2014 г. : № в реестре ФР.1.36.2014.18773 / разработчик ООО НПФ "ЭлектронДизайн". – М., 2014. – Текст : электронный // Октава-ЭлектронДизайн : официальный сайт. – URL: https://www.octava.info/mi_pkf-14-016 (дата обращения: 21.07.2026).

53. Мосягин, И. Г. Основные проблемы в состоянии здоровья офицеров и мичманов Военно-Морского Флота / И. Г. Мосягин // Экология человека. – 2007. – № 2. – С. 56–58.

54. Методические рекомендации по расчету и оценке риска здоровью работников транспорта с учетом воздействия производственных факторов : методические рекомендации : утв. 18.12.2025. – М.: ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора, 2025. – 19 с.

55. МР 2.2.0394-25. 2.2. Гигиена труда. Оценка вероятности потери слуха, вызванной шумом, у рабочих промышленных предприятий : Методические рекомендации : утв. 09.10.2025. – М.: Роспотребнадзор, 2025. – 34 с. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_524808/ (дата обращения: 06.07.2026). – Текст : электронный.

56. МР 2.5.0245-21. 2.5. Гигиена и эпидемиология на транспорте. Методические рекомендации по обеспечению санитарно-эпидемиологических требований к отдельным видам транспорта и объектам транспортной инфраструктуры : Методические рекомендации : утв. 17.05.2021. – М. : Роспотребнадзор, 2021. – 39 с. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_384392/ (дата обращения: 06.07.2026). – Текст : электронный.

57. МР 2.5.0306-22. 2.5. Гигиена и эпидемиология на транспорте. Изменения № 1 в МР 2.5.0245-21 «Методические рекомендации по обеспечению санитарно-эпидемиологических требований к отдельным видам транспорта и объектам транспортной инфраструктуры» : Методические рекомендации : утв. 26.12.2022. – М.: Роспотребнадзор, 2022. – 12 с. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_524808/ (дата обращения: 06.07.2026). – Текст : электронный.

58. Методические рекомендации по дозой оценке производственных шумов № 2908-82 : Методические рекомендации : утв. 29.07.1982. – М. : Министерство здравоохранения СССР, 1982. – 24 с.

59. МУК 4.3.2756-10. 4.3. Методы контроля. Физические факторы. Методические указания по измерению и оценке микроклимата производственных помещений : Методические указания : утв. 12.11.2010. – М. : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. – 30 с.

60. МУК 4.3.2812-10. 4.3. Методы контроля. Физические факторы. Инструментальный контроль и оценка освещения рабочих мест : Методические указания : утв. 28.12.2010. – М. : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. – 24 с.

61. МУК 4.3.3212-14. 4.3. Методы контроля. Физические факторы. Измерение и оценка шума на судах и морских сооружениях : Методические указания : утв. 08.08.2014. – М. : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2015. – 15 с.

62. МУК 4.3.3213-14. 4.3. Методы контроля. Физические факторы. Измерение и оценка вибрации на судах и морских сооружениях : Методические указания : утв. 08.08.2014. – М. : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2015. – 16 с.

63. МУК 4.3.3214-14. 4.3. Методы контроля. Физические факторы. Измерение и оценка электрических, магнитных и электромагнитных полей на судах и морских сооружениях : Методические указания : утв. 08.08.2014. – М. : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2015. – 16 с.

64. МУК 4.3.3831-22. 4.3. Методы контроля. Физические факторы. Расчетное прогнозирование уровней электромагнитных полей на судах : Методические указания : утв. 26.12.2022. – М. : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2023. – 35 с.

65. МУК 4.3.3922-23. 4.3. Методы контроля. Физические факторы. Методические указания по проведению измерений и оценке микроклимата в

помещениях жилых и общественных зданий : Методические указания : утв. 30.06.2023. – М. : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2023. – 24 с.

66. МУК 4.3.3975-24. 4.3. Методы контроля. Физические факторы. Методические указания по инструментальному контролю и оценке освещения рабочих мест : Методические указания по методам контроля : утв. 19.02.2024. – М. : Роспотребнадзор, 2024. – 42 с.

67. МУК 4.3.4035-24. 4.3. Методы контроля. Физические факторы. Измерение электрических, магнитных и электромагнитных полей на судах и морских сооружениях : Методические указания по методам контроля : утв. 31.05.2024. – М. : ФБУЗ ФЦГиЭ Роспотребнадзора, 2025. – 15 с.

68. Мызников, И. Л. Процессы адаптации у моряков в длительном рыбопромысловом рейсе / И. Л. Мызников, Ф. А. Щербина // Экология человека. – 2005. – № 6. – С. 48–51.

69. Некоторые аспекты обеспечения безопасности судоходства в полярных водах / В. Н. Никитина, Н. И. Калинина, Г. Г. Ляшко, Е. Н. Панкина // Российская Арктика. – 2019. – № 6. – С. 44–47. – DOI: 10.24411/2658-4255-2019-10066.

70. Никитина, В. Н. Гигиеническая оценка электромагнитной обстановки на автоматизированных морских судах / В. Н. Никитина, Г. Г. Ляшко, Н. И. Калинина // Актуальные проблемы морской и водолазной медицины : материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Санкт-Петербург, 25–26 июня 2015 г.) / под ред. А. В. Иванченко. – СПб., 2015. – С. 148–150.

71. Никитина, В. Н. Значение системного анализа в решении задач профилактики аварийности судоходства по причине человеческого фактора / В. Н. Никитина // Научно-технический сборник Российского морского регистра судоходства. – 2017. – № 46-47. – С. 119–124.

72. Никитина, В. Н. Проблемы контроля электромагнитных полей на плавсредствах и морских сооружениях / В. Н. Никитина // Актуальные вопросы медицины труда в Северо-Западном федеральном округе : сб. науч. тр. регион.

науч.-практ. конф. (Санкт-Петербург, 29 мая 2018 г.). – СПб. : Изд-во СЗГМУ им. И. И. Мечникова, 2018. – С. 93–95.

73. Никитина, В. Н. Расчетное прогнозирование и измерения электромагнитных полей на судах / В. Н. Никитина, Е. Н. Дубровская, Н. И. Калинина // Проблемы сохранения здоровья и обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Арктике : Материалы IV междунар. науч.-практ. конф. (Санкт-Петербург, 19–20 октября 2023 г.) / под ред. Р. В. Бузинова, Н. М. Фроловой. – СПб. : Коста, 2023. – С. 175–180.

74. Никитина, В. Н. Электромагнитная безопасность экипажа на судах ледокольного флота / В. Н. Никитина, Г. Г. Ляшко, Н. И. Калинина // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, № 12. – С. 1210–1214. – DOI: 10.18821/0016-9900-2018-97-12-1210-1214.

75. Никифоров, Г. С. Надежность профессиональной деятельности / Г. С. Никифоров. – СПб. : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 1996. – 175 с. – ISBN 5-288-01242-3.

76. Нормативно-методическое обеспечение контроля электромагнитных полей на судах / В. Н. Никитина, Г. Г. Ляшко, Н. И. Калинина [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2021. – Т. 61, № 6. – С. 402–407. – DOI: 10.31089/1026-9428-2021-61-6-402-407.

77. О мерах по обеспечению выполнения обязательств Российской Федерации, вытекающих из Конвенции 2006 года о труде в морском судоходстве : с изменениями и дополнениями на 13 октября 2017 года : Постановление Правительства Российской Федерации от 06 ноября 2013 г. № 996. – Текст : электронный // ГАРАНТ : справочно-правовая система. – URL: <https://base.garant.ru/70497852/> (дата обращения: 18.07.2026).

78. Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению : приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 21 ноября 2023 г. № 817н. – Текст : электронный // КонсультантПлюс : справочно-правовая система. – URL:

<https://git11.rostrud.gov.ru/upload/iblock/77f/prikaz-mintruda-rossii-ot-21.11.2023-n-817n.pdf> (дата обращения: 26.07.2026).

79. Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению : с изменениями на 27 апреля 2020 г. : приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 24 января 2014 г. № 33н. – Текст : электронный // Кодекс : электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/499072756> (дата обращения: 16.08.2026).

80. Об утверждении особенностей проведения специальной оценки условий труда на рабочих местах членов экипажей морских судов, судов внутреннего плавания и рыбопромысловых судов : приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 8 апреля 2025 г. № 189н. – Текст : электронный // Кодекс : электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1312804374?marker=6520IM> (дата обращения: 26.07.2026).

81. Обзор аварийности судов на море и внутренних водных путях Российской Федерации за 2024 год / Федеральная служба по надзору в сфере транспорта ; Управление государственного морского и речного надзора. – М., 2025. – 22 с. – URL: <https://rostransnadzor.gov.ru/storage/Госморречнадзор/Анализ%20состояния%20аварийности/Обзор%202024.pdf> (дата обращения: 27.07.2026). – Текст : электронный.

82. Организация медицинского обслуживания плавсостава речного флота / Т. А. Баранкина, А. О. Фетисов, Р. М. Валеева [и др.] // Российский медицинский журнал. – 2020. – Т. 26, № 5. – С. 283–291. – DOI: 10.17816/0869-2106-2020-26-5-283-291.

83. Осадчук, О. Л. Формирование профессиональной надежности специалиста / О. Л. Осадчук // Фундаментальные исследования. – 2005. – № 1. – С. 86–88.

84. Особенности функциональных резервов сердечно-сосудистой системы у курсантов морского вуза в условиях длительного плавания / А. Б. Гудков, Ф. А. Щербина, О. Н. Попова, В. П. Чашин // Морская медицина. – 2021. – Т. 7, № 3. – С. 14–19. – DOI: 10.22328/2413-5747-2021-7-3-14-19

85. Оценка влияния физической нагрузки на выраженность тревожно-депрессивных состояний / А. В. Лысенко, Т. В. Таютина, Д. С. Лысенко, В. А. Арутюнов // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. – 2014. – № 11 (117). – С. 218–224. – DOI: 10.5930/issn.1994-4683.2014.11.117.p218-224.

86. Плахов, Н. Н. Функциональное состояние моряков-операторов в плавании / Н. Н. Плахов, Л. Г. Буйнов, Л. П. Макарова // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 3. – С. 261–264. – DOI: 10.47470/0016-9900-2017-96-3-261-264.

87. Проблемы стресса и адаптации в морской медицине / Р. В. Кубасов, В. В. Лупачев, И. М. Бойко [и др.] // Морская медицина. – 2015. – Т. 1, № 3. – С. 13–18. – DOI: 10.22328/2413-5747-2015-1-3-70-77.

88. Профотбор и психофизиологический мониторинг функционального состояния судовых специалистов морского и речного флота (анализ состояния проблемы и перспективы развития) / Л. В. Ильина, А. А. Абакумов, В. В. Петраш [и др.]. – Текст : электронный // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 6. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=25964> (дата обращения: 26.02.2026). – DOI: 10.17513/spno.25964.

89. Психологические основы профессиональной деятельности : хрестоматия / сост. и общ. ред. В. А. Бодров. – М. : ПЕР СЭ, 2007. – 854 с. – ISBN 978-5-9292-0165-3, 978-5-98704-244-5.

90. Психология : учебник / под ред. А. А. Крылова. – М. : Проспект, 2000. – 583 с. – ISBN 5-8369-0027-2.

91. Р 2.2.2006-05. 2.2. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда : руководство. утв. 29.07.2005. – Текст : электронный // КонсультантПлюс : справочно-правовая система. – URL:

https://ivrayon.gosuslugi.ru/netcat_files/558/2277/2.2.2006_05.2.2_2_.pdf (дата обращения: 26.07.2026).

92. Р 2.2.3969-23. 2.2. Гигиена труда. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки : руководство. – Текст : электронный // Контур.Норматив : справочно-правовая система. – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=502744> (дата обращения: 26.07.2026).

93. Развитие профессионального стресса у работников предприятий атомного судостроения и судоремонта (аналитический обзор) / Г. Ю. Авдиенко, Е. В. Левкина, С. В. Воронкова [и др.] // Санитарный врач. – 2025. – Т. 22, № 2 (253). – С. 128–145. – DOI: 10.33920/med-08-2502-04.

94. Расчетное прогнозирование уровней электромагнитных полей радиочастотного диапазона на открытых палубах современных судов рыбопромыслового флота / В. Н. Никитина, Е. Н. Дубровская, Н. И. Калинина, Г. Г. Ляшко // Сысинские чтения – 2020 : материалы I Национального конгресса с международным участием по экологии человека, гигиене и медицине окружающей среды (Москва, 19–20 ноября 2020 г.) / сост. Н. Ю. Стародубова. – М. : Изд-во Центра стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью, 2020. – С. 259–262.

95. Результаты периодических медицинских осмотров работников предприятий, прикрепленных на медицинское обслуживание к медицинским организациям ФМБА России / Э. П. Коровкина, А. П. Бирюков, А. С. Кретов [и др.] // Медицина экстремальных ситуаций. – 2017. – Т. 60, № 2. – С. 163–167.

96. Рекомендация о борьбе с вредными шумами в помещениях для экипажа и на рабочих местах на борту судов № 141 : принята 55-й сессией Генеральной конференции МОТ от 30 октября 1970 года. – Текст : электронный // Кодекс : электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901766319> (дата обращения: 18.08.2026).

97. Российская Федерация. Законы. О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации : Федеральный закон № 248-ФЗ : с изменениями на 29 декабря 2025 года : [принят Государственной Думой 22 июля 2020 года : одобрен Советом Федерации 24 июля 2020 года] // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2020. – № 31 (03 авг.), ч. I. – Ст. 5040.

98. Саленко, Ю. А. Коррекция энтеросорбентами неблагоприятных изменений функционального состояния моряков в условиях длительного плавания / Ю. А. Саленко, В. Г. Барчуков // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2015. – № 1. – С. 29–35. – DOI: 10.25016/2541-7487-2015-0-1-29-35.

99. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания : утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации А. Ю. Поповой от 28.01.2021. № 2. – Текст : электронный // Контур.Норматив : справочно-правовая система. – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=9&documentId=500088> (дата обращения: 25.08.2026).

100. СанПиН 2.5.2-703-98. Суда внутреннего и смешанного (река-море) плавания. Санитарные правила и нормы : утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 30.04.1998 № 16. – Текст : электронный // КонсультантПлюс : справочно-правовая система. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_100507/2c847dba06fc5ba34aa9c2ae93fdf8796ad35c09/ (дата обращения: 18.08.2026).

101. Сигаев, Д. Б. Пути реализации потенциала профессии судоводителя как фактор повышения безопасности мореплавания / Д. Б. Сигаев, А. П. Шатыло // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова. – 2019. – Т. 11, № 4. – С. 652–661. – DOI: 10.21821/2309-5180-2019-11-4-652-661.

102. Современное состояние нормативно-методического обеспечения электромагнитной безопасности морских судов / В. Н. Никитина, Е. Н. Дубровская, Г. Г. Ляшко, Н. И. Калинина // Сысинские чтения – 2021 : Материалы II Национального конгресса с международным участием по экологии человека, гигиене и медицине окружающей среды (Москва, 17–19 ноября 2021 г.) / отв. ред. Ю. А. Рахманин. – М. : Изд-во Центра стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью, 2021. – С. 302–305.

103. Современные проблемы светового климата на судах. Нормативные документы в области освещения / Н. И. Калинина, Е. Н. Дубровская, Ю. Н. Сладкова, В. Е. Крийт // Российская Арктика. – 2025. – Т. 7, № 3 (30). – С. 45–51. – DOI: 10.24412/2658-42552025-3-45-51.

104. Сорокин, Г. А. Утомление и профессиональный риск / Г. А. Сорокин. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2008. – 367 с. – ISBN 978-5-7422-2040-4.

105. Сошкин, П. А. Стрессоустойчивость и адаптивные возможности у военно-морских специалистов с признаками профессионального выгорания / П. А. Сошкин // Морская медицина. – 2021. – Т. 7, № 3. – С. 62–70. – DOI: 10.22328/2413-5747-2021-7-3-62-70.

106. СП 1.1.1058-01. Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий : утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации 10.07.2001 № 18. – Текст : электронный // ГАРАНТ : справочно-правовая система. – URL: <https://base.garant.ru/12124738/> (дата обращения: 18.08.2026).

107. СП 2.2.3670-20. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда : утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации 02.12.2020 № 40. – Текст : электронный // ГАРАНТ : справочно-правовая система. – URL: <https://base.garant.ru/400151942/> (дата обращения: 18.08.2026).

108. СП 2.5.3650-20. Санитарно-эпидемиологические требования к отдельным видам транспорта и объектам транспортной инфраструктуры : утв.

Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации 16.10.2020 № 30. – Текст : электронный // – URL: https://www.rospotrebnadzor.ru/files/news/SP2.5.3650-20_transport.pdf. (дата обращения: 18.08.2026).

109. Страхов, А. П. Адаптация моряков в длительных океанских плаваниях / А. П. Страхов. – Л. : Медицина, 1976. – 127 с.

110. Тимченко, Т. Н. Исследование проблемы профессиональной потери слуха у членов экипажа водных судов / Т. Н. Тимченко, О. И. Коперчак // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2023. – Т. 31, № 6. – С. 1337–1343. – DOI: 10.32687/0869-866X-2023-31-6-1337-1343.

111. Факторы окружающей среды на рабочем месте : инструкция МОТ / Международной Организации Труда. – Женева : МОТ, 2001. – 73 с. – Текст : электронный. - URL: https://coht.ru/files/26_pr.pdf (дата обращения: 18.08.2026).

112. Физические факторы судовой среды в условиях Арктики и риск здоровью экипажа / А. Б. Разлетова, В. Н. Никитина, Г. Г. Ляшко, Н. И. Калинина // Труды 15-й Международной конференции и выставки по освоению ресурсов нефти и газа Российской Арктики и континентального шельфа стран СНГ (RAO / CIS Offshore 2021) (Санкт-Петербург, 21–24 октября 2021 г.). – М. : Перо, 2021. – С. 152.

113. Шергина, И. П. Влияние физических нагрузок на психическое здоровье человека / И. П. Шергина, М. А. Чугин. – Текст : электронный // Международный студенческий научный вестник. – 2021. – № 2. – URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=20455> (дата обращения: 18.08.2026).

114. Янушанец, О. И. Шум, как гигиеническая проблема обитаемости на судах смешанного типа плавания : специальность 14.00.04 «Гигиена» : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Янушанец Ольга Ивановна ; Ленингр. гос. ин-т усоверш. врачей им. С. М. Кирова. – Л., 1989. – 17 с.

115. Abdullah, H. A Study on the effect of exhaust gases on the indoor air quality onboard ships / H. Abdullah, A. Ariffin // Applied Mechanics and Materials. – 2013. – Vol. 388. – P. 106–110. – Текст : электронный. – URL:

<https://www.scientific.net/AMM.388.106> (дата обращения: 26.07.2026). DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMM.388.106.

116. Ahvenjarvi, S. Poor monitoring of the navigation and steering equipment increases the reaction time in fault situation / S. Ahvenjarvi // 7-th Annual Assembly and Conference (Dalian, October 16-18, 2006) / The International Association of Maritime Universities. – Dalian, 2006.

117. Alert! // The International Maritime Human Element Bulletin. – 2007. – № 13. – 8 p. – Текст : электронный. – URL: https://maritimesafetyinnovationlab.org/wp-content/uploads/2012/07/alert_13.pdf (дата обращения: 18.08.2026).

118. Allen, P. Seafarers' fatigue: a review of the recent literature / P. Allen, E. Wadsworth, A. Smith // International Maritime Health. – 2008. – Vol. 59, № 1-4. – P. 81–92.

119. Allen, P. The prevention and management of seafarers' fatigue: a review / P. Allen, E. Wadsworth, A. Smith // International Maritime Health. – 2007. – Vol. 58, № 1-4. – P. 167–177.

120. Ge, S. Analyses of hearing loss induced by ship noise among sailors / S. Ge, G. Zheng, W. Cai, Y. Zhou // Chinese Journal of Nautical Medicine and Hyperbaric Medicine. – 2014. – Vol. 21, № 2. – P. 105–108.

121. Cacioppo, J. T. Handbook of Psychophysiology / J. T. Cacioppo, L. G. Tassinary, G. G. Berntson. – 4th ed. – Cambridge: Cambridge University Press, 2016. – 2423 p.

122. Dimitrova, T. Hearing loss among ship crewmembers / T. Dimitrova, V. Vodenicharov // Varna Medical Forum. – 2016. – Vol. 5, Suppl. 5. – P. 35–39. DOI: 10.14748/vmf.v5i0.2074.

123. Eckles, D. Against between-subjects experiments / D. Eckles // Ready-to-hand. Dean Eckles on people, technology and inference: [blog]. – 2011 – Текст: электронный. – URL: <https://www.deaneckles.com/blog/author/admin/page/4/> (дата обращения: 26.07.2026).

124. EMSA Outlook 2024 // European Maritime Safety Agency (EMSA). – Lisbon: EMSA, 2024. – 58 p. – Текст : электронный. – URL:

https://maritimecyprus.com/wp-content/uploads/2023/12/EMSA-Outlook-2024_c.pdf
(дата обращения: 26.07.2026).

125. Fatigue at sea in Swedish shipping-a field study / M. Lützhöft, A. Dahlgren, A. Kircher [et al.] // *American Journal of Industrial Medicine*. – 2010. – Vol. 53, № 7. – P. 733–740. DOI: 10.1002/ajim.20814.

126. Febriyanto, K. The physical and psychological effects of occupational noise among seafarers: a systematic review / K. Febriyanto, F. F. Rahman, J. C. C. Guedes // *International Journal of Environmental Health Research*. – 2024. – Vol. 34, № 7. – P. 2674–2686. DOI:10.1080/09603123.2023.2266703.

127. Grech, M. R. Human error in maritime operations: Analyses of accident reports using the Leximancer tool / M. R. Grech, T. Horberry, A. Smith // *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. – 2002. – Vol. 46, № 19. – P. 1718–1721. DOI:10.1177/154193120204601906.

128. Grech, M. R. Human factors in the maritime domain / M. R. Grech, T. J. Horberry, T. Koester. – Boca Raton; London; New York: CRC Press, 2008. – 216 p. – Текст : электронный. – URL: https://www.researchgate.net/publication/337051682_Human_Factors_in_the_Maritime_Domain (дата обращения: 26.07.2026). ISBN-13: 978-1-4200-4341-9.

129. Guidance notes on risk assessment applications for the marine and offshore industries / American Bureau of Shipping. – Spring, 2020. – 73 p. – Текст : электронный. – URL: https://ww2.eagle.org/content/dam/eagle/rules-and-guides/current/other/97_riskassessapplmarineandoffshoreoandg/risk-assessment-gn-may20.pdf (дата обращения: 26.07.2026).

130. Guidance notes on the application of ergonomics to marine systems. August 2013 (Updated August 2018 – see next page) / American Bureau of Shipping. – Houston, 2013–2018. – 197 p. – Текст : электронный. – URL: <http://www.psubs.org/design/PDF/ABS-ergonomics.pdf> (дата обращения: 15.07.2026).

131. Guidelines on ergonomic criteria for bridge equipment and layout : MSC/Circ. 982 // International Maritime Organization. – London : IMO, 2000. – 33 p. –

Текст : электронный. – URL: <https://media.liscr.com/marketing/liscr/media/liscr/online%20library/maritime/msc%20circ%20982%20bridge%20equip%20layout.pdf> (дата обращения: 26.07.2026).

132. Hearing impairment in French merchant seafarers: retrospective study on data from 8308 audiometric tests / D. Lucas, T. Sauvage, A. S. Forestier [et al.] // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2022. – Vol. 19, № 14. – Article 8796. DOI:10.3390/ijerph19148796.

133. Hetherington, C. Safety in shipping: the human element / C. Hetherington, R. Flin, K. Mearns // Journal of Safety Research. – 2006. – Vol. 37, № 4. – P. 401–411. DOI:10.1016/j.jsr.2006.04.007.

134. Human element // International Maritime Organization: site. – Текст : электронный. – URL: <https://www.imo.org/en/ourwork/humanelement/pages/default.aspx> (дата обращения: 26.07.2026).

135. Irastorza, X. Summary report of the second European Survey of Enterprises on New and Emerging Risks (ESENER-2) / X. Irastorza ; European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA). – Luxembourg : Publications office of the European Union, 2015. – 16 p. – Текст : электронный. – URL: https://www.researchgate.net/publication/280253909_EU-OSHA_-_European_Agency_for_Safety_and_Health_at_Work_Summary_Report_of_the_Second_European_Survey_of_Enterprises_on_New_and_Emerging_Risks_ESENER-2 (дата обращения: 26.07.2026).

136. Iversen, R. T. The mental health of seafarers / R. T. Iversen // International Maritime Health. – 2012. – Vol. 63, № 2. – P. 78–89.

137. Lützhöft, M. «The technology is great when it works». Maritime technology and human integration on the ship's bridge : dis. ... cand. / M. Lützhöft. – Linköping, 2004. – 108 p. – Текст : электронный. – URL: https://www.researchgate.net/publication/277999839_The_technology_is_great_when_it_works_Maritime_Technology_and_Human_Integration_on_the_Ship's_Bridge (дата обращения: 26.07.2026).

138. Ma, M. Factors affecting seafarers' fatigue: a scoping review / M. Ma, R. Liao // *Frontiers in Public Health*. – 2025. – Vol. 13, Article 1647685. DOI:10.3389/fpubh.2025.1647685.
139. Mallam, S. C. Evaluating a digital ship design tool prototype: Designers' perceptions of novel ergonomics software / S. C. Mallam, M. Lundh, S. N. MacKinnon // *Applied Ergonomics*. – 2017. – Vol. 59, pt. A. – P. 19–26. DOI: 10.1016/j.apergo.2016.08.026.
140. Moderation of the stressor-strain process in interns by heart rate variability measured with a wearable and smartphone app: within-subject design using continuous monitoring / H. de Vries, W. Kamphuis, H. Oldenhuis [et al.] // *JMIR Cardio*. – 2021. – Vol. 5, № 2. – Article e28731. DOI: 10.2196/28731.
141. Occupational health: a manual for primary health care workers / World Health Organization. – Cairo : WHO, 2001. – 168 p. – Текст : электронный. – URL: https://web.archive.org/web/20041029025741/http://www.who.int/occupational_health/regions/en/oehemhealthcareworkers.pdf (дата обращения: 26.07.2026).
142. Occupational noise exposure at sea: A socio-legal study on fish harvesters' perceptions in Newfoundland and Labrador, Canada / O. P. Yadav, D. Shan, A. Sarkar, L. Moro // *Frontiers in Public Health*. – 2023. – Vol. 11, Article 1092350. DOI: 10.3389/fpubh.2023.1092350.
143. Oldenburg, M. Cardiovascular diseases in modern maritime industry / M. Oldenburg, X. Baur, C. Schlaich // *International Maritime Health*. – 2010. – Vol. 62, № 3. – P. 101–116.
144. Optimization of work and rest hours for navigation officers on the ship / H. Simkuva, A. Purins, S. Mihailova, I. J. Mihailovs // *SHS Web of Conferences*. – 2016. – 8 p. – Текст : электронный. – URL: https://www.academia.edu/78522224/Optimization_of_work_and_rest_hours_for_navigation_officers_on_the_ship (дата обращения: 26.07.2026). DOI: 10.1051/shsconf/20163000004.
145. Outcome of the regulatory scoping exercise for the use of maritime autonomous surface ships (MASS) : MSC.1/Circ.1638 // *International Maritime*

Organization. – London, 2021. – 105 p. – Текст : электронный. – URL: [https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/MediaCentre/HotTopics/Documents/MSC.1-Circ.1638%20-%20Outcome%20Of%20The%20Regulatory%20Scoping%20ExerciseFor%20The%20Use%20Of%20Maritime%20Autonomous%20Surface%20Ships...%20\(Secretariat\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/MediaCentre/HotTopics/Documents/MSC.1-Circ.1638%20-%20Outcome%20Of%20The%20Regulatory%20Scoping%20ExerciseFor%20The%20Use%20Of%20Maritime%20Autonomous%20Surface%20Ships...%20(Secretariat).pdf) (дата обращения: 26.07.2026).

146. Özsever, B. Analysing the effects of working period on psychophysiological states of seafarers / B. Özsever, L. Tavacıoğlu // *International Maritime Health*. – 2018. – Vol. 69, № 2. – P. 84–93. DOI: 10.5603/IMH.2018.0013.

147. Physical influences on seafarers are different during their voyage episodes of port stay, river passage and sea passage: A maritime field study / M. Oldenburg, C. Felten, J. Hedtmann, H. J. Jensen // *PLoS One*. – 2020. – Vol. 15, № 4. – Article e0231309. doi: 10.1371/journal.pone.0231309.

148. Pilot study for estimating physical fatigue based on heart rate variability and reaction time / A. Allik, K. Pilt, M. Viigimäe, I. Fridolin // In: XV Mediterranean conference on medical and biological engineering and computing – MEDICON 2019 (Coimbra, September 26-28, 2019) / eds.: J. Henriques, N. Neves, P. de Carvalho. – Luxembourg : Springer, Cham, 2019. – Vol. 76 : FMBE Proceedings. – P. 193–200. – Текст : электронный. – URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-31635-8_23 (дата обращения: 26.07.2026). DOI: 10.1007/978-3-030-31635-8_23.

149. Predictive biomarkers of performance under stress: a two-phase study protocol to develop a wearable monitoring system / J. M. Flintoff, C. Pattinson, S. Ahamed [et al.] // *BMJ Open Sport and Exercise Medicine*. – 2025. – Vol. 11, № 1. – Article e002410. DOI: 10.1136/bmjsem-2024-002410.

150. Research methods in psychology / eds.: P. C. Price, R. S. Jhangiani, I-C. A. Chiang. – 2nd Canadian ed. – Victoria : BCcampus, 2019. – 322 p. – Текст : электронный. – URL: https://www.academia.edu/64808705/Research_Methods_in_Psychology (дата обращения: 26.07.2026). DOI: 10.1016/S0272-4944(05)80228-2.

151. Rules and regulations for the classification of ships : Lloyd's Register. – London : LR, 2026. – Текст : электронный. – URL: <https://www.lr.org/en/knowledge/lloyds-register-rules/rules-and-regulations-for-the-classification-of-ships/> (дата обращения: 05.08.2026).

152. Rules for the classification of ships: Consolidated edition effective from 1 February 2019 including RV-MSDTC-2019-01 / RINA. – Via Corsica, 2019. – 466 p. – Текст: электронный. – URL: <https://alfatest.se/userfiles/Consolidated%20Part%20A%20effective%20from%201.2.2019%20.pdf> (дата обращения: 26.07.2026).

153. Sąlyga, J. Factors influencing psychoemotional strain and fatigue, and relationship of these factors with health complaints at sea among Lithuanian seafarers / J. Sąlyga, M. Kušleikaitė // *Medicina (Kaunas)*. – 2011. – Vol. 47, № 12. – P. 675–681.

154. Schröder-Hinrichs, J. U. Accident investigation reporting deficiencies related to organizational factors in machinery space fires and explosions / J. U. Schröder-Hinrichs, M. Baldauf, K. T. Ghirxi // *Accident; Analysis and Prevention*. – 2011. – Vol. 43, № 3. – P. 1187–1196. DOI: 10.1016/j.aap.2010.12.033.

155. Smith, A. Seafarer fatigue: The Cardiff research programme / A. Smith, P. Allen, E. Wadsworth ; Centre for occupational and health psychology, Cardiff university. – Cardiff, 2006. – 89 p.

156. Study of the human factor influence on ergonomic management systems in maritime transport / O. Melnyk, O. Onishchenko, T. Melenchuk [et al.] // In: *Systems, decision and control in energy VII* / eds.: V. Babak, A. Zaporozhets. – Luxembourg : Springer Cham, 2025. – Vol. 596 : *Studies in systems, decision and control*. – P. 337–350. – Текст : электронный. – URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-90462-2_20 (дата обращения: 15.07.2026). ISBN 978-3-031-90461-5.

157. Test-retest reproducibility of a combined physical and cognitive stressor / P. Bachmann, J. Finke, D. Rebeck [et al.] // *Biological Psychology*. – 2019. – Vol. 148. – Article 107729. DOI: 10.1016/j.biopsycho.2019.107729.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Акты внедрения результатов диссертационного исследования в практическую деятельность



Федеральное государственное унитарное предприятие
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГИГИЕНЫ ТРАНСПОРТА ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ
ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И БЛАГОПОЛУЧИЯ ЧЕЛОВЕКА (ВНИИЖТ)»
(ФГУП ВНИИЖТ РОСПОТРЕБНАДЗОРА)

УТВЕРЖДАЮ

Директор Федерального государственного
унитарного предприятия
«Всероссийский научно-исследовательский
институт гигиены транспорта
Федеральной службы по надзору в сфере
защиты прав потребителей и благополучия человека»
доктор медицинских наук, профессор,
академик РАН



М.Ф. Вильк

« 18 » 09 2025 г.

Акт

о внедрении результатов диссертационной работы
Дубровской Екатерины Николаевны
в научно-исследовательскую деятельность Федерального государственного
унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский
институт гигиены транспорта Федеральной службы по надзору
в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека

Настоящий акт подтверждает, что результаты и материалы диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата медицинских наук «Гигиеническая оценка судовой среды экипажа автоматизированных пассажирских судов смешанного типа», выполненной Дубровской Е.Н. используются в научно-исследовательской деятельности ФГУП ВНИИЖТ Роспотребнадзора при проведении научно-исследовательских работ в области гигиены на транспорте, научном обосновании и внедрении медико-профилактических мероприятий по охране здоровья и санитарно-эпидемиологического обеспечения на транспорте, разработке научно-методического обеспечения в вопросах гигиены на транспорте.

1. Патент на промышленный образец «Схема информационно-коммуникационных технологий оценки условий труда работников, управляющих транспортными средствами» № 134613 от 28.06.2022.
2. МУК 4.3.3831-22 «Расчетное прогнозирование уровней электромагнитных полей на судах».
3. МУК 4.1.4035-24 «Измерение электрических, магнитных и электромагнитных полей на судах и морских сооружениях».
4. Программа для ЭВМ «Расчет уровней напряженности магнитного поля частотой 50 Гц, создаваемого судовым электрооборудованием» (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023618392 от 27.02.2023).
5. База данных "Результаты исследований уровней напряженности электрических полей радиоэлектронных средств связи на судах" (свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2021620899 от 20.04.2021).
6. База данных "Результаты исследований электромагнитных полей радиоэлектронных средств - радиолокационных станций (РЛС) и спутниковых земных станций (СЗС) на судах" (свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2021621427 от 23.06.2021).

Заместитель директора по инновационному развитию,
д.т.н., профессор



О.С. Сачкова



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ
ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И БЛАГОПОЛУЧИЯ ЧЕЛОВЕКА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
«ЦЕНТР ГИГИЕНЫ И ЭПИДЕМИОЛОГИИ В ГОРОДЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ И
ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ»
ФБУЗ «ЦЕНТР ГИГИЕНЫ И ЭПИДЕМИОЛОГИИ В ГОРОДЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ И ЛЕНИНГРАДСКОЙ
ОБЛАСТИ»**

Юридический адрес: 192102, г. Санкт-Петербург, Волковский пр., д. 77. Телефон: (812) 570-38-11
Адрес электронной почты: centr@78cgc.ru ОГРН 1057810163652, ИНН 7816363890

Утверждаю
Заместитель главного врача
ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии
в городе Санкт-Петербурге и
Ленинградской области»
А.Г. Харченко



**Акт
о внедрении результатов диссертационного исследования**

Настоящим сообщаем, что материалы диссертационного исследования Дубровской Екатерины Николаевны на тему «Гигиеническая оценка судовой среды экипажа автоматизированных пассажирских судов смешанного типа» внедрены в деятельность филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Санкт-Петербурге и Ленинградской области» на транспорте.

В работе используются:

1. МУК 4.3.3831-22 «Расчетное прогнозирование уровней электромагнитных полей на судах»;
2. МУК 4.3.4035-24 «Измерение электрических, магнитных и электромагнитных полей на судах и морских сооружениях»;

3. Программа для ЭВМ «Расчет уровней напряженности магнитного поля частотой 50 Гц, создаваемого судовым электрооборудованием» (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023618392 от 27.02.2023);

4. База данных «Результаты исследований уровней напряженности электрических полей радиоэлектронных средств связи на судах» (свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2021620899 от 20.04.2021);

5. База данных «Результаты исследований электромагнитных полей радиоэлектронных средств - радиолокационных станций (РЛС) и спутниковых земных станций (СЗС) на судах» (свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2021621427 от 23.06.2021).

Главный врач
Филиала ФБУЗ «Центр гигиены и
эпидемиологии в городе Санкт-Петербурге и
Ленинградской области» на транспорте


подпись

Цой Г.Н.
(ФИО)



МИНТРАНС РОССИИ

РОСМОРРЕЧФЛОТ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова»
(ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова»)

Двинская ул., д. 5/7 Литер А, Санкт-Петербург, 198035
Тел.: (812) 748-96-92. Факс: (812) 748-96-93. E-mail: otd_o@gumrf.ru; http://www.gumrf.ru
ОГРН 1037811048989, ОКПО 03149613, ИНН 7805029012, КПП 780501001

Утверждаю
Научный руководитель
д.т.н., профессор Барышников С.О.



«05» 12.2025

Акт
о внедрении результатов диссертационного исследования
Дубровской Екатерины Николаевны на тему:
«Гигиеническая оценка судовой среды экипажа автоматизированных
пассажирских судов смешанного типа»

Результаты диссертационной работы Дубровской Е.Н. внедрены в образовательный процесс по направлению подготовки 26.05.07 – Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики в дисциплину Электрорадионавигационные системы и приборы, а также по направлению подготовки 25.05.03 – Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования в дисциплину Спутниковые системы навигации, связи и наблюдения (мониторинга) в части:

1. МУК 4.3.3831-22 «Расчетное прогнозирование уровней электромагнитных полей на судах»;

2. МУК 4.3.4035-24 «Измерение электрических, магнитных и электромагнитных полей на судах и морских сооружениях»;

3. Программа для ЭВМ «Расчет уровней напряженности магнитного поля частотой 50 Гц, создаваемого судовым электрооборудованием» (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023618392 от 27.02.2023);

4. База данных «Результаты исследований уровней напряженности электрических полей радиоэлектронных средств связи на судах» (свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2021620899 от 20.04.2021);

5. База данных «Результаты исследований электромагнитных полей радиоэлектронных средств - радиолокационных станций (РЛС) и спутниковых земных станций (СЗС) на судах» (свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2021621427 от 23.06.2021).

Заведующий кафедрой СнаВВП
д.т.н., профессор



подпись

Каретников В.В.
(ФИО)