

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ
(ГЛАВНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ)

Научная статья
УДК 656.085
DOI: doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2024-70-18
EDN: WCZHUN

Тренажерная подготовка как инструмент снижения количества технических аварий морских судов

**Виталий Витальевич Ганнесен¹, Екатерина Евгеньевна Петрова²,
Иван Сергеевич Карпушин³**

^{1, 2, 3} Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, Россия

¹ gannesen.vv@dgtru.ru

² pillers@mail.ru

³ karpushin5@mail.ru

Аннотация. Влияние цифровизации на морскую отрасль растет с каждым днем. Внедрение компьютерных систем управления судовыми устройствами и механизмами всё больше требует навыков работы в качестве оператора дистанционного управления. Для получения таких навыков эффективным инструментом являются симуляторы машинного отделения (СМО), способные не только создавать обычные учебные задачи управления устройствами и механизмами, но и моделировать аварийные ситуации. Кроме того, наблюдается рост использования СМО в экспериментальных научных исследованиях, что обусловлено возможностью симулирования критических операций или отказов работы оборудования, что на реальных морских судах либо недопустимо, либо слишком дорого.

Ключевые слова: 3D-компьютерное моделирование, морские симуляторы машинного отделения

Для цитирования: Ганнесен В. В., Петрова Е. Е., Карпушин И. С. Тренажерная подготовка как инструмент снижения количества технических аварий морских судов // Научные труды Дальрыбвтуза. 2024. Т. 70, № 4. С. 179–185.

MARINE POWER PLANTS AND THEIR ELEMENTS (MAIN AND AUXILIARY)

Original article

Simulator training as a tool for reducing the number of technical accidents of sea vessels

Vitalii V. Gannesen¹, Ekaterina E. Petrova², Ivan S. Karpushin³

^{1,2,3} Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

¹ gannesen.vv@dgtru.ru,

² pillers@mail.ru,

³ karpushin5@mail.ru

Abstract. The impact of digitalization on the maritime industry is growing every day. The introduction of computer control systems for ship devices and mechanisms increasingly requires skills to work as a remote control operator. To obtain such skills, an effective tool is engine room simulators (MSS), which are capable of not only creating routine training tasks for controlling devices and mechanisms, but also simulating emergency situations. In addition, there is an increase in the use of QS in experimental scientific research, which is due to the ability to simulate critical operations or equipment failures, which is either unacceptable or too expensive on real sea vessels.

Keywords: 3D computer modeling, marine engine room simulators

For citation: Gannesen V. V., Petrova E. E., Karpushin I. S. Simulator training as a tool for reducing the number of technical accidents of sea vessels. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2024; 70(4): 179–185. (In Russ.).

Введение

Общая аварийность судов, плавающих под флагом Российской Федерации, имеет устойчивый уровень в течение многих лет (рис. 1) [1].

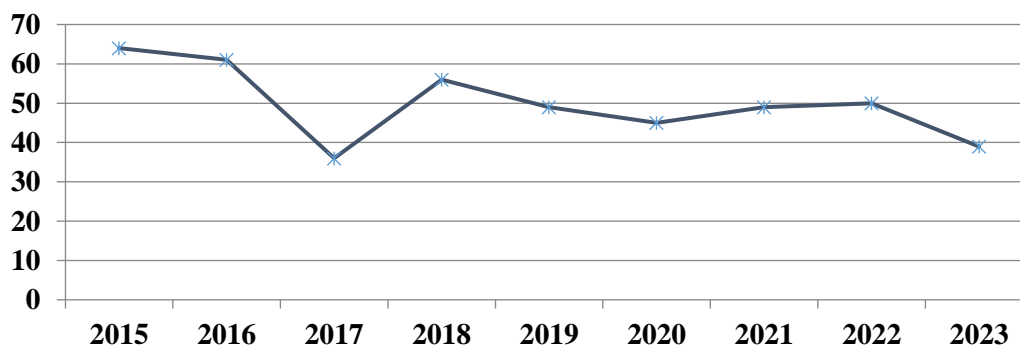


Рис. 1. Динамика аварийности судов, плавающих под флагом РФ, по данным Ространснадзора. Составлено авторами

Fig. 1. Dynamics of accident rates of ships flying the Russian flag, according to Rostransnadzor. Compiled by the authors

За период 2020–2024 гг. количество технических аварий сохраняло четкую тенденцию преобладания по отношению к авариям навигационного характера (рис. 2), притом, что часть навигационных аварий происходили по причине появления технических проблем [1, 2].

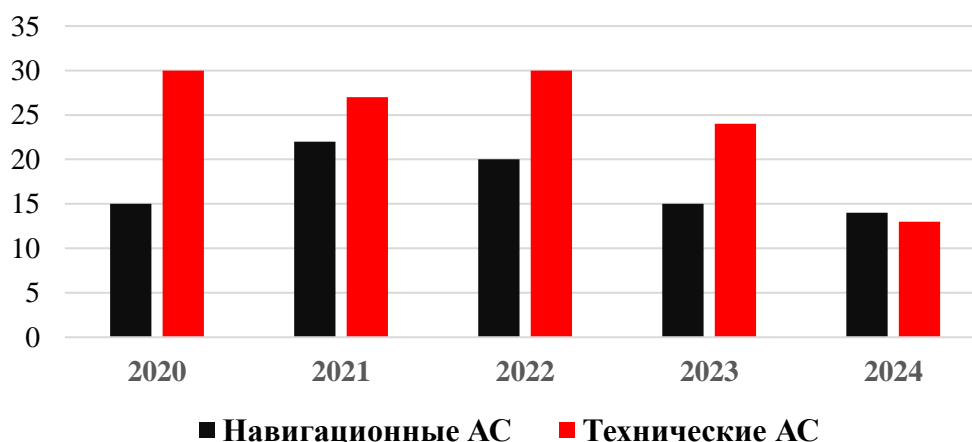


Рис. 2. Статистические данные по авариям за период 2020–2024 гг. Составлено авторами

Fig. 2. Accident statistics for the period 2020–2024. Compiled by the authors

Исследование причин аварий является ключом к поиску путей снижения аварийности.

Объекты и методы исследования

Основным объектом исследования являются протоколы расследования аварийных случаев.

Методами исследования являются статистический анализ публикуемых материалов по аварийности; исследование нормативной базы и инструментов подготовки морских специалистов.

Результаты исследований

Повреждение судовых устройств и механизмов в рассматриваемом периоде составляло порядка 36 % от общего числа аварийных случаев (АС). Следует иметь в виду, что в зарегистрированную статистику попадают лишь те АС, которые скрыть было невозможно из-за возникших последствий – «аварии» и «очень серьезные аварии». При этом судовладельцы и экипажи судов стараются избегать разглашения «инцидентов», количество которых существенно больше зарегистрированных АС [2, 3].

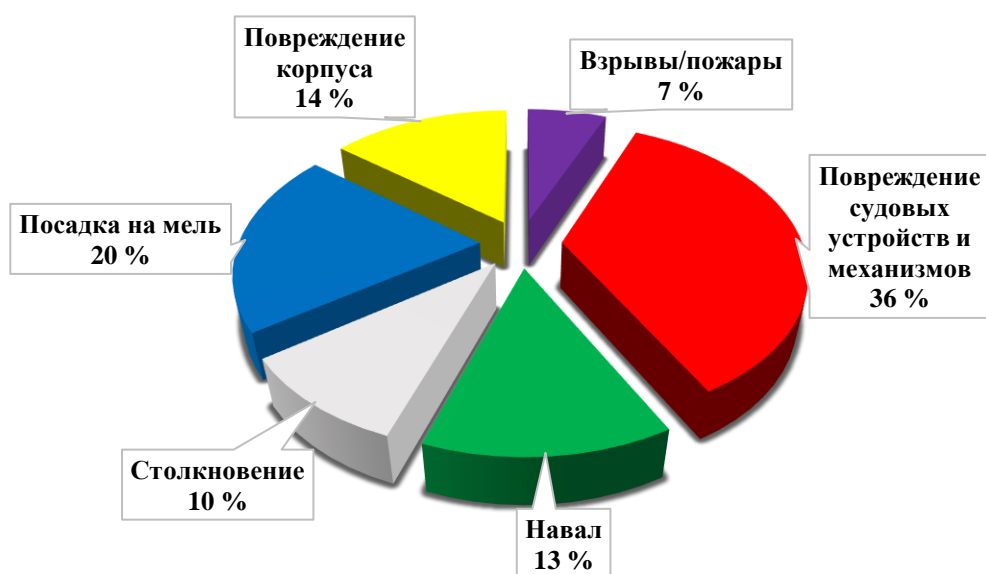


Рис. 3. Структура аварийности морских судов по видам АС за период 2020–2024 гг.

Составлено авторами

Fig. 3. Structure of accident rates of sea vessels by types of nuclear power plants for the period 2020–2024. Compiled by the authors

Зарегистрированные технические АС были связаны, как правило, с повреждениями движительно-рулевого комплекса (рис. 3, таблица) [1]:

Год	Характер аварийного происшествия
2023	РС «Нерпа» лишилось возможности движения
2023	РС «Василий Лозовский» повреждение главного двигателя (ГД) № 2, частичное повреждение ГД № 1 и вспомогательного дизель-генератора № 1
2023	ТР «Амбер Балтик» аварийная остановка ГД
2023	Т/х «Улисс» выход из строя ГД
2023	РС «Стакфелл» аварийная остановка главного двигателя
2023	Т/х «Виктория» остановка главного двигателя
2023	Д/э «Сахалин-9», остановка кормового гребного электродвигателя
2022	РС «Дарья» остановка главного двигателя
2021	Т/х «Механик Котцов» вышел из строя ВРШ

2021	Т/х «Гранит» аварийная остановка ГД
2021	СРТМ «Матуа» остановка главного двигателя
2021	МРТР «Поларис» вышел из строя главный двигатель
2021	РС М-0347 «Марк Любовский» вышел из строя главный двигатель
2021	РТМ «Хафнарей» вышли из строя привода масляных насосов ГД
2021	СРТМ «Технолог Саркисов» остановка главного двигателя, вспомогательного дизель-генератора
2021	МмРТР «Звезда удачи» аварийная остановка главного двигателя
2021	СРТ «Садовск» вышел из строя ГД
2021	МК-0414 «Параллель» вышел из строя ГД
2021	СРТМ «Северный океан» вышла из строя гидромурфта блейзера, обеспечивающая наддув ГД
2021	МмРТР «Груммант» остановка главного двигателя из-за разрушения редуктора
2021	СРТМ «Викинг» аварийно остановлен главный двигатель

Технические аварии, связанные с отказом органов управления или движения судна, всегда несут большую потенциальную опасность для судна и экипажа, являясь зачастую первопричиной столкновений и посадок на мель. Потеря управляемости во время шторма может привести к опрокидыванию судна после его разворота лагом к волне. Но даже если потеря движения или управляемости не несет прямого риска гибели судна, то судовладелец несет существенные материальные убытки как минимум из-за простоя на время ремонта, а если ремонт в море силами экипажа невозможен, то возникает необходимость оплачивать буксировку судна в порт.

Если говорить о причинах отказа критического оборудования судна, то можно выделить три основных направления – отсутствие ремонтно-профилактического обслуживания, неквалифицированное ремонтно-профилактическое обслуживание и неквалифицированная эксплуатация. И если первая причина – это последствия нежелания судовладельца вкладывать средства в материально-техническое обеспечение, то вторая и третья – это последствия кадровой политики компании, желание экономить на обучении или найме квалифицированных кадров. К сожалению, протоколы расследования, попадающие в общий доступ, содержат только информацию о технической причине отказа оборудования, но не содержат более глубокого анализа роли человеческого фактора, приведшего к аварии.

Квалифицированное обслуживание и эксплуатация судовых механизмов – это результат качественной теоретической подготовки и практического опыта. Одним из наиболее эффективных методов совмещения теоретической и практической подготовки является обучение в специализированных тренажерных комплексах.

Тренажерная подготовка играет существенную роль в получении профессиональных навыков технических специалистов вообще и судовых механиков в частности. Кроме того, что отработка упражнений на тренажере закладывает профессиональные навыки, она позволяет изучать поведение конкретного человека в сложной обстановке [4].

Первые тренажеры судовых механиков представляли собой физическую модель (физическую копию) системы управления судовой энергетической установкой (СЭУ). Подобные тренажеры были крайне дорогостоящими объектами, и их наличие могли себе позволить либо военно-морской флот, либо гражданские тренажерные центры, ориентированные на крупносерийные проекты.

Внедрение компьютерных технологий в управление судовыми устройствами повысило актуальность тренажерной подготовки судовых механиков, а применение компьютерных моделей в тренажерных комплексах снизило их стоимость, что позволило реализовывать на одном и том же рабочем месте подготовку по разным типам судов. Если сравнивать «компьютерные тренажеры» с «физическими», то у последних было преимущество в возможности отработки моторных навыков управления, однако с распространением компьютеризированных

систем управления это преимущество становится несущественным, а отсутствие многовариантности оборудования ограничивает приобретенные навыки опытом работы с одной моделью [4, 5].

Международная конвенция о дипломировании моряков и несению вахты (ПДНВ-78 с поправками) предусматривает прохождение морскими специалистами ряда обязательных тренажерных курсов с использованием симуляторов. Для гарантии, что будущие моряки могут действовать надлежащим и безопасным образом, в ПДНВ подчеркивается, что симуляторы должны использоваться как для обучения, так и для оценки.

Современные технологии виртуальной реальности и 3D-визуализации фактически являются элементной базой для построения новых поколений мультимодальных человеко-компьютерных интерфейсов и создания интерактивных обучающих систем. Усвоение материала с помощью интерактивных обучающих систем (тренажеров с обучением и проверкой знаний в игровой форме) может достигать 90 % [4, 5].

Морские симуляторы предоставляют ряд преимуществ для реальных операций. Они обеспечивают гибкую среду обучения, создавая условия для обучения, которые обычно невозможны в реальных рабочих условиях, таких как запуск повторяющихся сценариев, моделирование чрезвычайных ситуаций и сложных погодных условий, а также приостановка операций для предоставления обратной связи или проведения подробных обсуждений [4, 5, 6]. Дополнительные преимущества морских симуляторов включают в себя простоту усвоения информации, управление сценариями, эффективность процесса обучения и доступность материалов. Кроме того, эти характеристики обеспечивают уникальные обстоятельства и условия для студентов, чтобы развивать навыки управления критическими инцидентами и преодоления стресса.

В настоящее время существует четыре типа морских симуляторов, обычно используемых учреждениями морского образования и подготовки: полнофункциональные симуляторы, симуляторы виртуальной реальности, настольные симуляторы и облачные симуляторы [6].

Полнофункциональные симуляторы мостика или машинного отделения состоят из реалистичной копии мостика (машинного отделения) судна со всеми необходимыми приборами, дисплеями (т.е. физическим пространством судна) и фотореалистичными цифровыми проекциями окружающего пространства. Эта опция значительно повышает реализм моделирования и в настоящее время является предпочтительной.

Симуляторы виртуальной реальности (VR) погружают пользователей в реалистичный опыт рабочей среды с помощью специальных шлемов, передающих от компьютера визуальную и аудиоинформацию, моделируемую во взаимосвязи с действиями человека.

Настольные симуляторы состоят из настольных компьютеров, воспроизводящих некоторые аспекты морских операций с использованием предварительно загруженного программного обеспечения для моделирования [7].

Облачные симуляторы по интерфейсу принципиально могут не отличаться от настольных. Их отличие состоит в локации программного обеспечения и информационной базы данных, расположенных в облачных хранилищах, где ведется вся обработка задач, а пользователю выдается готовый продукт моделирования, просматриваемый с помощью веб-браузера на своем устройстве.

Симуляторы машинного отделения используются в морских академиях как ценный актив образовательного процесса уже более 30 лет. Современное развитие персональных компьютеров, процессоров и графических карт позволяет легко применять методы 3D-моделирования, и по этой причине производители симуляторов машинного отделения начали применять трехмерное графическое представление компоновки системы. Их цель – обеспечить максимально приближенную к реальности имитацию машинного отделения [7, 8]. В результате обучающиеся гораздо лучше подготовлены к реальной эксплуатации машинного отделения, тем

самым значительно повышая стандарты безопасности эксплуатации судна. Кроме того, в условиях моделирования можно познакомить обучающихся с аварийными ситуациями, которые не могут быть воспроизведены в реальных условиях из-за требований безопасности.

Поскольку все современные тренажеры разрабатываются под требования ИМО, то их функциональный набор имеет высокую схожесть [9]. Разница, как правило, имеется в наборе имитируемых моделей оборудования, визуальных и аудиоэффектах, дополнительных функциях, выходящих за рамки минимально необходимых конвенциональных требований [10, 11]. В любом случае тренажеры имитируют оборудование машинного отделения, включая механизмы, органы управления и связи. Кроме местных постов управления имитируются дистанционные посты. Важной составляющей тренажеров является возможность имитации поломок различного оборудования для отработки задач их поиска и устранения. Симуляторы отказа оборудования, конечно, не могут в полной мере обеспечить выработку навыков устранения поломок, но дают возможность выработать навыки поведения и алгоритмы действия в аварийных ситуациях.

Заключение

Полученные результаты исследований показывают, что количество элементов машинного отделения, их конструктивная сложность и уровень автоматизации на борту современных судов расширилось до такой степени, что для обеспечения необходимого уровня безопасности требуются обширные знания и навыки специалистов судомеханической службы. Международные нормативные документы ИМО и национальные документы РФ в области морского судоходства регламентируют как компетенции, которыми должны обладать моряки, так и методы освоения и контроля этих компетенций. Важная роль в освоении и контроле профессиональных компетенций в этих документах отводится подготовке в учебно-тренажерных центрах, применяющих симуляторы с компьютерным моделированием рабочей среды.

Подготовка судовых специалистов судомеханической службы на симуляторе позволяет:

- получить навыки квалифицированных действий при эксплуатации оборудования;
- получить навыки реагирования на возникновение нештатной ситуации;
- существенно сократить время адаптации к работе на реальном судне;
- легче адаптироваться к другим типам оборудования при смене судна.

Квалифицированное обслуживание и эксплуатация судовых механизмов – это один из эффективных путей снижения аварийности морских судов.

Список источников

1. Официальный сайт Госморречнадзор [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rostransnadzor.gov.ru/rostransnadzor/podrazdeleniya/sea> (дата обращения : 23.09.2023).

2. Ганнесен В. В., Соловьева Е. Е. О методологии расследования морских аварий // Актуальные проблемы развития судоходства и транспорта : материалы Нац. науч.-техн. конф. с международным участием, Владивосток, 16–17 ноября 2022 года. Владивосток : Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 2022. С. 7–11. EDN BQXHUL.

3. Ганнесен В.В., Соловьева Е.Е. Аварийность морских судов и методология поиска причинно-следственных связей, приведших к аварии // Научные труды Дальрыбвтуза. 2022. Т. 61, № 3. С. 70–76. EDN RUSLEB.

4. Электронный ресурс. Режим доступа: https://dvik.info/sveden/files/Metodicheskie_ukazaniya_STM_%281%29.pdf.

5. Марков К. В., Шураев О. П. Роль и место тренажерной подготовки в профессиональном обучении судовых инженеров-механиков // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. 2003. № 5. С. 146–149. EDN PMYRVZ.

6. Mallam S.C., Nazir, S., Renganayagalu, S.K. Rethinking Maritime Education, Training, and Operations in the Digital Era: Applications for Emerging Immersive Technologies. J. Mar. Sci. Eng. 2019. 7. 428. <https://doi.org/10.3390/jmse7120428>.

7. Vukelic, G., Ogrizovic, D., Bernecic, D., Glujic, D., Vizentin, G. Application of VR Technology for Maritime Firefighting and Evacuation Training. A Review. J. Mar. Sci. Eng. 2023. 11. 1732. <https://doi.org/10.3390/jmse11091732>.

8. Соболенко А. Н., Корнейчук Ю. А., Глазюк Д. К. Обобщение опыта эксплуатации тренажеров машинного отделения морского судна // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. 2016. № 2. С. 59–69. EDN VYTTXX.

9. Шаратов А. С., Шаратова Н. В., Масленников А. Е. Использование тренажера машинного отделения для лабораторного практикума при подготовке судового инженера-механика // Современные тенденции практической подготовки в морском образовании : материалы III Нац. науч.-практ. конф., Керчь, 19–20 ноября 2021 года. Керчь : ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», 2022. С. 218–232. EDN VOVPOI.

10. Официальный сайт Международной морской организации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.imo.org/> (дата обращения : 23.09.2023).

11. Корнейчук Ю. А. К вопросу выбора тренажера машинного отделения // Научные труды Дальрыбвтуза. 2013. Т. 30. С. 99–104. EDN RVEUMZ.

Информация об авторах

В. В. Ганнесен – доцент, доцент кафедры судовождения, AuthorID: 812731.

Е. Е. Петрова – старший преподаватель кафедры судовождения, AuthorID: 1108787.

И. С. Карпушин – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры судовождения.

Information about the authors

V. V. Gannesen – Associate Professor, Associate Professor of the Department of Navigation, AuthorID: 812731.

E. E. Petrova – Senior Lecturer of the Department of Navigation, AuthorID: 1108787.

I. S. Karpushin – PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Navigation.

Статья поступила в редакцию 14.10.2024; одобрена после рецензирования 30.10.2024; принята к публикации 02.11.2024.

The article was submitted 14.10.2024; approved after reviewing 30.10.2024; accepted for publication 02.11.2024.