

Алгоритмы обучающих программ для тренажерной подготовки судовой машинной команды

А. Б. Власов

Мурманский арктический университет, г. Мурманск, Россия;
e-mail: vlasovab@mauniver.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5201-7654>

Информация о статье Реферат

Поступила
в редакцию
11.06.2024;

получена
после доработки
04.10.2024;

принята
к публикации
08.10.2024

Ключевые слова:

тренажер машинного
отделения, алгоритмы
обучения, тренажерная
подготовка,
высоковольтный
автоматический
выключатель HVB

Персонал судовой машинной команды (механики, электромеханики) обеспечивает техническую эксплуатацию и безопасность функционирования энергетических систем судна. Профессиональная подготовка и переподготовка морских специалистов судовых машинных команд необходима ввиду постоянного совершенствования оборудования и автоматизации электроэнергетических систем современных судов. Для обеспечения качественного обучения судовой машинной команды используется тренажерная подготовка с использованием комплекса современных тренажеров судовых энергетических установок и электроэнергетических систем, соответствующего стандартам Международной конвенции о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты. В процессе исследования разработаны блок-схемы обучающих алгоритмов, показаны особенности программ и примеры их работы. Полученные алгоритмы обучения на тренажерах позволяют реализовать как начальную подготовку курсантов, так и переподготовку специалистов при повышении их квалификации. В ходе тренажерной практики особую значимость приобретает возможность развития компетенций для работы с высоковольтным оборудованием (напряжением 3–10 кВ) современных судов в соответствии с требованиями Конвенции ПДНВ и Кодекса ПДНВ. Алгоритмы обучения обслуживанию высоковольтного оборудования необходимо внедрять в учебный процесс для повышения уровня квалификации специалистов.

Для цитирования

Власов А. Б. Алгоритмы обучающих программ для тренажерной подготовки судовой машинной команды. Вестник МГТУ. 2024. Т. 27, № 4. С. 547–556. DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2024-27-4-547-556>.

Algorithms of training programs for simulator training of ship's engine room personnel

Anatoly B. Vlasov

Murmansk Arctic University, Murmansk, Russia;
e-mail: vlasovab@mauniver.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5201-7654>

Article info

Received
11.06.2024;

received
in revised
04.10.2024;

accepted
08.10.2024

Key words:

machine room
simulator,
learning
algorithms,
simulator training,
high voltage
circuit breaker HVB

Abstract

The ship's engine room personnel (mechanics, electromechanics) ensure the technical operation and safe functioning of the ship's power systems. Professional training and retraining of marine specialists of ship's engine rooms is necessary due to the constant improvement of equipment and automation of electric power systems of modern ships. To ensure high-quality training of the ship's engine room team, simulator training is used with a set of modern simulators of ship power plants and electric power systems that meet the standards of the International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers. In the course of the study, block diagrams of training algorithms have been developed; program features and examples of their operation have been shown. The obtained algorithms for training on simulators make it possible to implement both the initial training of cadets and the retraining of specialists when improving their qualifications. In the course of simulator practice, the opportunity to develop competencies for working with high-voltage equipment (3–10 kV) of modern ships in accordance with the requirements of the STCW Convention and the STCW Code is of particular importance. Algorithms for training in high-voltage equipment maintenance should be introduced into the educational process to improve the level of qualification of specialists.

For citation

Vlasov, A. B. 2024. Algorithms of training programs for simulator training of ship's engine room personnel. *Vestnik of MSTU*, 27(4), pp. 547–556. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2024-27-4-547-556>.

Введение

Стандарты компетентности судовых электромехаников и механиков специальностей 26.05.07 "Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики" и 26.05.06 "Эксплуатация судовых энергетических установок" определяют Конвенция ПДНВ и Кодекс ПДНВ¹. Тренажерная подготовка применяется в процессе обучения, профессиональной переподготовки специалистов судовых машинных команд ввиду постоянного совершенствования оборудования, систем автоматизации электроэнергетических систем современных судов.

Для обеспечения качественной подготовки и профессиональной переподготовки специалистов судовой машинной команды необходимо использование комплекса современных тренажеров судовых энергетических установок и электроэнергетических систем (Власов и др., 2024), соответствующего стандартам Конвенции ПДНВ и Кодекса ПДНВ.

Тренажерная подготовка может быть реализована как при выполнении виртуальных программных мероприятий, так и в ходе тренировки на реально действующем оборудовании. Например, тренажерный комплекс на основе автоматизированного главного и распределительного щитов (ГРЩ), который полностью имитирует процесс несения вахты на судовом оборудовании ГРЩ, позволяет обучающемуся контролировать все оборудование в режиме реального времени при ручном, автоматическом, автоматизированном управлении и различных условиях (Власов и др., 2024).

В ходе обучения курсантов особое внимание уделяется изучению:

- базовой технической информации;
- механизмов, систем машинного отделения и их мнемосхем;
- систем управления, контроля, защиты, аварийно-предупредительной сигнализации;
- правил эксплуатации систем и механизмов.

При тренингах обучающихся делается акцент:

- 1) на получение навыков по эксплуатации судового оборудования, систем и механизмов; навыков несения вахты;
- 2) повышение квалификации специалиста;
- 3) переподготовку специалистов родственных специальностей и специализаций;
- 4) обновление знаний и навыков для работы с новыми системами и комплексами.

Планы занятий на тренажерах составляются в соответствии с учебными планами, задачами и практической работой на судне определенной модели. Темы, их количество и учебные цели занятий определяются в зависимости от количества аудиторных часов, отведенных в учебном плане специальности на дисциплину.

Каждый типовой план практического занятия может быть использован неоднократно при проведении занятий в зависимости от следующих учебных целей:

- ознакомление с составом и назначением оборудования; изучение состава, технических характеристик и взаимодействия оборудования и т. д.;
- отработка навыков по управлению оборудованием в штатных режимах;
- отработка навыков по управлению оборудованием при наличии различных неисправностей;
- закрепление полученных навыков;
- проверка и оценка знаний умений и навыков (контрольные занятия).

Занятия на тренажерах создают условия:

- для приобретения с достаточной степенью реальности обучающимися навыков, соответствующих целям подготовки;
- обеспечения контролируемой эксплуатационной среды, воспроизводящей условия, включающие аварии, предаварийные ситуации;
- взаимодействия члена машинной команды с другими судовыми специалистами; ознакомления с текущей обстановкой;
- объективной регистрации и оценки действий обучающегося для персонификации процесса обучения в ходе тренажерной подготовки;
- отработки профессиональных действий при возникновении разнообразных производственных ситуаций т. д.

На тренажерах отрабатываются навыки:

- 1) работы с первичными двигателями (в том числе главной двигательной установкой), основными и вспомогательными механизмами машинного отделения;

¹Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 года. Заключена в Лондоне 7 июля 1978 г. (ред. от 13.05.2021 г.). СПб. : ЦНИИМФ, 824 с. URL: https://www.consultant.ru/law/podborki/konvenciya_pdnv/.

2) подготовки систем управления двигательной установкой и вспомогательными механизмами к работе;
3) включения генераторов, соединения, распределения нагрузки и переключения генераторов;
4) соединения и отсоединения распределительных щитов и распределительных пультов;
5) использования компьютеров на мостике, в машинном отделении для решения производственных задач;

б) контроля электрических распределительных щитов и электрооборудования, приборов сигнализации и следящих систем.

Особую значимость занятия на тренажерах в процессе подготовки, переподготовки, повышения квалификации морских специалистов приобретают в связи с возможностью развития профессиональных компетенций для работы с высоковольтным оборудованием (напряжением 3–6 кВ) современных судов в соответствии с требованиями Конвенции ПДНВ. В работе (*Власов и др., 2024*) подробно рассматриваются вопросы эксплуатации на судах высоковольтных автоматических выключателей, комплектных распределительных устройств (КРУ), системы блокировок и особенности технического обслуживания высоковольтных автоматических выключателей (high voltage breaker, HVB).

Во время погружения в имитированную среду² (*Власов и др., 2024*) обучающийся решает одну или несколько задач, таких как:

– изучение объектов, способов функционирования устройств; проведение экспериментов; анализ системы; устранение неисправностей;
– отработка определенной последовательности действий; контроль усвоения пройденного материала.

Под обучающим тренажером понимается система подготовки или обучения, разработанная для персонала и включающая следующие структурные элементы³ (*Власов и др., 2024*):

1) четко сформулированные учебные цели (сценарии и модели), источники (руководства, должностные инструкции, правила);

2) способы/инструменты воздействия на имитационную реальность (органы управления, оперативные рабочие места);

3) адекватное моделирование реальности производства;

4) моделирование аварийных ситуаций, с которыми с достаточной вероятностью персонал может столкнуться в течение плавательной практики.

Подготовка специалистов к аварийным ситуациям является основным достоинством обучения с использованием тренажеров. Данная подготовка включает проведение имитации работы электрооборудования в обширном спектре эксплуатационных режимов (в том числе и недопустимых) (*Троицкий, 2012; Виноградов и др., 2014; Соколенко и др., 2016*), помогает избежать травмирования человека в реальных экстремальных условиях и сохранить работоспособность оборудования.

Постановка задачи

Целью работы является анализ возможностей составления автономных алгоритмов обучения безопасному обслуживанию высоковольтного оборудования на базе плагина E-tutor в тренажерном комплексе, способствующих углубленному изучению работы систем судна, реализации частичной автоматизации процесса обучения, развитию заинтересованности курсантов в получении знаний.

Разработанные алгоритмы могут быть включены в методику определения компетентности специалистов в сферах, определяемых ПДНВ:

– эксплуатация электрических и электронных систем, а также систем управления;
– эксплуатация и техническое обслуживание силовых систем напряжением выше 1 000 В.

Материалы и методы

Необходимость использования тренажерных комплексов при подготовке курсантов морских специальностей закрепляется на уровне Международной конвенции о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты (ПДНВ).

В работе рассмотрены алгоритмы использования тренажера на примере модели судна Dual Fuel Diesel-Electric LNG Carrier, реализованные с помощью комплекса ERS TechSim 5000⁴. Модель имитирует оборудование танкера "Великий Новгород", предназначенного для транспортировки сжиженного природного газа; электростанцию (ЭС) в разработанной модели судна, которая приближена к реальной электростанции на судне "Великий Новгород". Электрические схемы модели в достаточной степени соответствуют стандартным устройствам, параметрам и производительности систем и механизмов на борту судна. Модель системы судового электроснабжения включает судовую электрическую сеть (СЭС), судовую электрическую цепь

² См.: Тренажер TechSim 5000. Версия 8.8. Общее руководство обучаемого. 2018. 16 с. ; TechSim 5000. Версия 8.8. Руководство инструктора. 2018. 74 с.

³ Там же.

⁴ ERS 5000 TechSim. Дизель-электрический танкер СПГ с двухтопливным двигателем. Руководство обучаемого. 2018. 523 с.

и потребителей мощности. Судовая электрическая сеть состоит из высоковольтных генераторов (6,6 кВ), щитов ГРЩ, аварийных распределительных щитов (АРЩ), распределительного силового щита (РСЩ), фидеров и другого оборудования; высоковольтные автоматические выключатели HVV работают при напряжении 6,3 кВ.

Результаты и обсуждение

В процессе разработки алгоритмов использовался плагин E-tutor в программе "Инструктор тренажера". Алгоритмы обучения направлены на автономную (без участия преподавательского состава) подготовку к технической эксплуатации и обслуживанию высоковольтного оборудования, в частности техническому обслуживанию вакуумного высоковольтного выключателя HVV (напряжением до 10 кВ).

Элементы блок-схемы программы представлены на рис. 1. Задачей обучающего алгоритма является автономное обучение техническому обслуживанию высоковольтного выключателя дизель-генераторного агрегата, включая процедуры подготовки к обслуживанию и подключению высоковольтного автоматического выключателя (после технического обслуживания) в судовую электроэнергетическую сеть (ЭЭС).

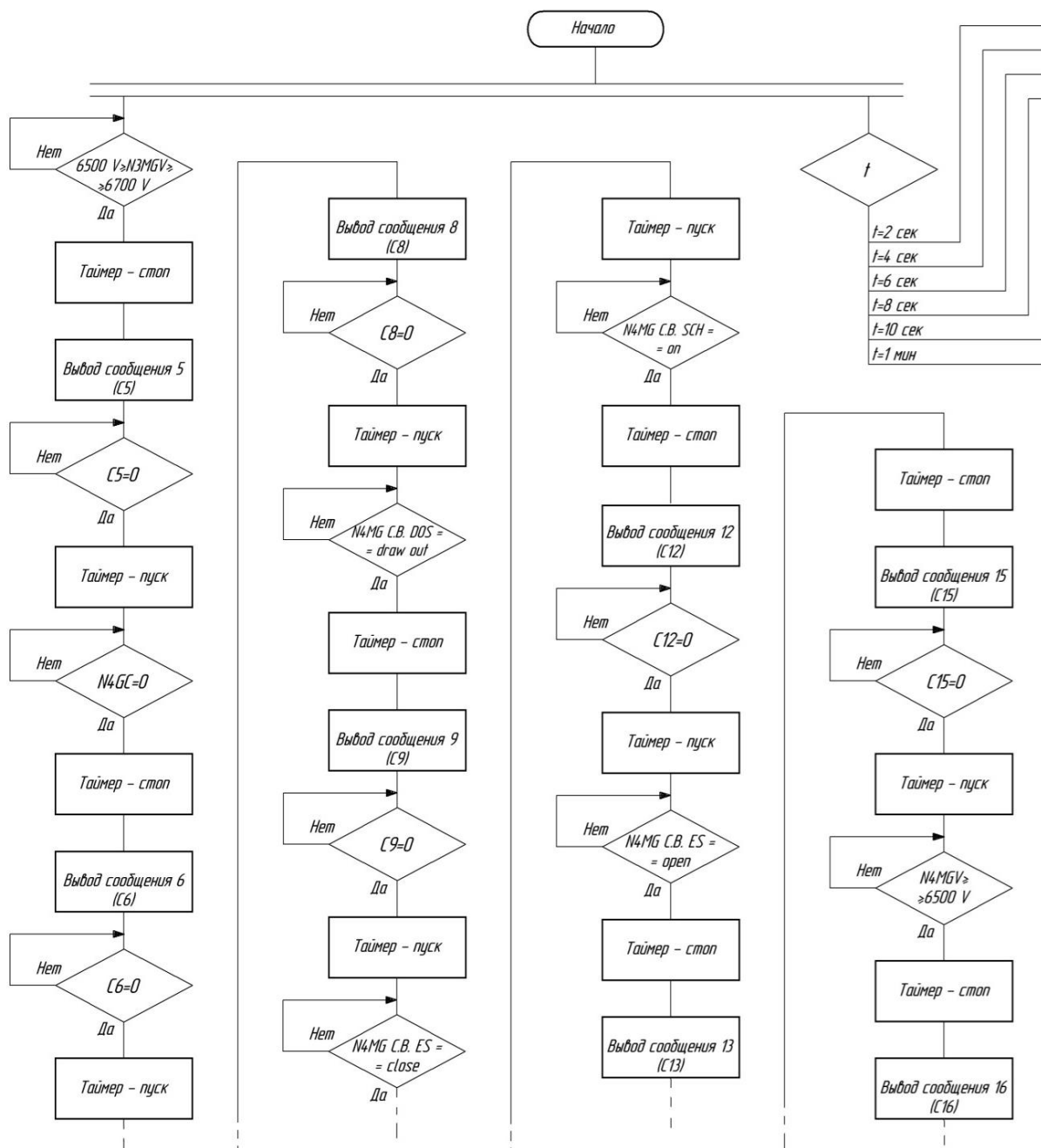


Рис. 1. Элементы блок-схемы работы обучающего алгоритма
 Fig. 1. Flowchart of the training algorithm

Детальная процедура реализации алгоритма и работы на промышленной установке типа КРУ-10 представлена в работе (Власов и др., 2024).

Для выполнения упражнения на экран обучающегося поэтапно выводятся информационные сообщения, содержащие методику реализации соответствующих этапов. После изучения методики по выводимым сообщениям обучающийся последовательно переходит от этапа к этапу.

Вывод сообщений связан с таймером упражнения и логическими диаграммами, т. е. сообщения выводятся в зависимости от времени или изменения состояния различных параметров системы в процессе поэтапного выполнения упражнения.

Контроль выполнения осуществляется посредством вывода блока вопросов и проверки параметров системы; указанные действия производятся с помощью таймера упражнения. Количество этапов контроля не ограничено, как и не ограничено количество возможных выводимых информационных сообщений.

Контроль выполнения упражнения также реализован с помощью логических диаграмм (без использования таймера упражнения) и осуществлен выбор только двух этапов контроля в связи со сложностью разработанной блок-схемой упражнения.

В описании сценария упражнения приведены используемые сокращения названий блоков схемы алгоритма, с которыми связаны пункты сценария; интерпретация сокращенных названий указывается в таблице, представленной ниже. Кратко процедуру упражнения можно описать следующим образом:

1. Через 2 с после начала упражнения выводится на экран обучающегося информационное сообщение, содержащее тему занятия, использованную модель судна, учебные цели (блок С1).

2. Через 2 с после закрытия предыдущего сообщения и 4 с после начала упражнения поступает информационное сообщение, содержащее начальные условия судовых систем и задание (блок С2).

3. Через 2 с после закрытия предыдущего сообщения и 6 с после начала упражнения показывается информационное сообщение, содержащее методику определения начальных условий (блок С3).

4. Через 2 с после закрытия предыдущего сообщения и 8 с после начала упражнения предлагается блок вопросов 1 (блок БКВ1).

5. Через 2 с после закрытия предыдущего сообщения и 10 с после начала упражнения выводится информационное сообщение, содержащее методику запуска дизель-генератора № 3 (блок С4).

6. Через 1 мин после начала упражнения проверяется уровень напряжения на выходе дизель-генератора № 3; если уровень не будет больше или равен 6 500, то высвечивается информационное сообщение, содержащее методику запуска дизель-генератора № 3 (блок С4.1).

7. Если уровень напряжения дизель-генератора № 3 занимает диапазон значений 6 500–6 700 В, то предлагается информационное сообщение, содержащее методику перевода питания шин ГРЩ с дизель-генератора № 4 на дизель-генератор № 3 (блок С5).

8. Если ток главного генератора № 4 равен 0 А, то выводится информационное сообщение, содержащее методику остановки дизель-генератора № 4 (блок С6).

9. Если уровень напряжения дизель-генератора № 4 равен 0 В, то показывается информационное сообщение, содержащее методику блокировки стартового пускового воздуха для дизель-генератора № 4 (блок С7).

10. Если сработала сигнализация о низком давлении стартового пускового воздуха главного генератора № 4, то выводится информационное сообщение, содержащее методику перевода высоковольтного выключателя из рабочего положения в контрольное (блок С8).

11. Если выкатной рычаг высоковольтной ячейки главного генератора № 4 принимает состояние draw out, то выводится информационное сообщение, содержащее методику подключения защитного заземления главного генератора № 4 (блок С9).

12. Если рычаг заземления высоковольтной ячейки принимает состояние On, то выводится информационное сообщение, содержащее методику перевода высоковольтного выключателя из контрольного положения в ремонтное, а также методику проведения технического обслуживания высоковольтного выключателя (блок С10).

13. Если кнопка размыкания контактов на высоковольтном выключателе главного генератора № 4 принимает значение Off, то выводится информационное сообщение, содержащее методику перевода высоковольтного выключателя из ремонтного положения в контрольное (блок С11).

14. Если механизм натяжения пружины в высоковольтном выключателе главного генератора № 4 принимает значение On, то выводится информационное сообщение, содержащее методику отключения защитного заземления главного генератора № 4 (блок С12).

15. Если рычаг заземления высоковольтной ячейки принимает состояние Off, то выводится информационное сообщение, содержащее методику перевода высоковольтного выключателя из контрольного положения в рабочее (С13).

16. Если выкатной рычаг высоковольтной ячейки главного генератора № 4 принимает состояние Insert, то выводится информационное сообщение, содержащее методику снятия блокировок стартового пускового воздуха для дизель-генератора № 4 (блок С14).

17. Если давление стартового пускового воздуха главного генератора № 4 принимает значение выше 15 бар, то выводится информационное сообщение, содержащее методику запуска дизель-генератора № 4 (С15).

18. Если уровень напряжения дизель-генератора № 4 принимает значение выше 6 500 В, то выводится информационное сообщение, содержащее методику перевода питания шин ГРЩ с дизель-генератора № 3 на дизель-генератор № 4 (блок С16).

19. Если ток главного генератора № 3 принимает значение равно 0 А, то выводится информационное сообщение, содержащее методику остановки дизель-генератора № 3 (блок С17).

20. Если уровень напряжения дизель-генератора № 3 принимает значение 0 В, то выводится информационное сообщение о завершении упражнения (блок С18).

После выполнения всех процедур за назначенное время тренажерное задание считается успешно выполненным.

Таблица. Описание блоков в алгоритме программы
Table. Description of blocks in the program algorithm

Блок	Описание и функция
С1	Содержит тему занятия, используемую модель судна, учебные цели
С2	Содержит начальные условия и задание
С3	Задача 1. Определение начальных условий
С4	Задача 2. Запуск дизель-генератора № 3 (ДГ № 3)
С4.1	Проверка выполнения задачи 2
С5	Задача 3. Переход на питание шин ГРЩ с ДГ № 4 на ДГ № 3
С6	Задача 4. Остановка ДГ № 4
С7	Задача 5. Блокировка стартового пускового воздуха ДГ № 4
С8	Задача 6. Перевод высоковольтного выключателя НВВ из положения "Рабочее" в положение "Контрольное"
С9	Задача 7. Подключение защитного заземления шин генератора № 4
С10	Задача 8. Перевод высоковольтного выключателя НВВ из положения "Контрольное" в положение "Ремонтное". Проведение технического обслуживания
С11	Задача 9. Перевод высоковольтного выключателя НВВ из положения "Ремонтное" в положение "Контрольное"
С12	Задача 10. Отключение защитного заземления шин генератора № 4
С13	Задача 11. Перевод высоковольтного выключателя НВВ из положения "Контрольное" в положение "Рабочее"
С14	Задача 12. Снятие блокировки стартового пускового воздуха ДГ № 4
С15	Задача 13. Запуск генератора ДГ № 4
С16	Задача 14. Переход на питание шин ГРЩ с ДГ № 3 на ДГ № 4
С17	Задача 15. Остановка ДГ № 3
С18	Завершение
N3MGV	№ 3. Main Generator Voltage. Напряжение главного генератора № 3 (В)
N3MGC	№ 3. Main Generator Current. Ток главного генератора № 3 (А)
N4MGV	№ 4. Main Generator Voltage. Напряжение главного генератора № 4 (В)
N3MGC	№ 4. Main Generator Current. Ток главного генератора № 4 (А)
N4MG C.B. DOS	№ 4. Main Generator Current Breaker draw out switch. Выкатной рычаг высоковольтной ячейки главного генератора № 4
N4MG C.B. ES	№ 4. Main Generator Current Breaker Earthing switch. Рычаг заземления высоковольтной ячейки главного генератора № 4
N4MG C.B. BO	№ 4. Main Generator Current Breaker Button Off. Кнопка размыкания контактов высоковольтного выключателя главного генератора № 4
N4MG C.B. SCH	№ 4. Main Generator Current Breaker Spring Charge. Механизм натяжения пружины в НВВ главного генератора № 4
N4MG C.B. SAP	№ 4. Main Engine Starting Air Pressure bar. Давление стартового пускового воздуха главного двигателя № 4
БКВ1	Блок контрольных вопросов 1. Проверка усвоения методики определения начальных условий (С3)

Для создания сообщений используется вкладка "Сообщения" в плагине E-tutor в программе "Инструктор тренажера".

Сообщения по блокам C2, C4, C5, C9, представленным в таблице, приведены на рис. 2–6.

**Начальные условия: на шины ГРЩ работает генератор №4.
 Высоковольтный автоматический выключатель находится
 внутри высоковольтной ячейки КРУ-10**

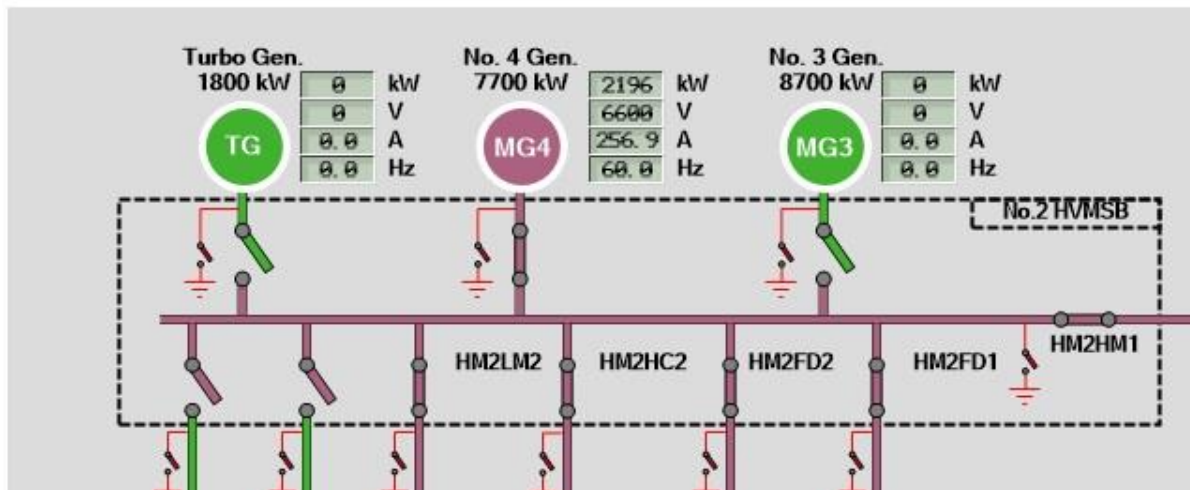


Рис. 2. Сообщение по блоку C2
 Fig. 2. The message on the C2 block

Задание 2.

Запустите дизель-генератор №3.

**Для запуска дизель-генератора
 перейдите в машинное отделение**

<input checked="" type="checkbox"/> ER2 VMS
Dead Man Start Panel
Dead Man Reset Panel
PM PORT LOP
PM STBD LOP
MG 1 LOP
MG 2 LOP
MG 3 LOP
MG 4 LOP
ER Fans PB
FO Pumps PB

Рис. 3. Сообщение по блоку C4
 Fig. 3. The message on the C4 block

Задание 3.
Синхронизируйте данный дизель-генератор с шинами ГРЩ, подключите к шинам и отключите ДГ № 4

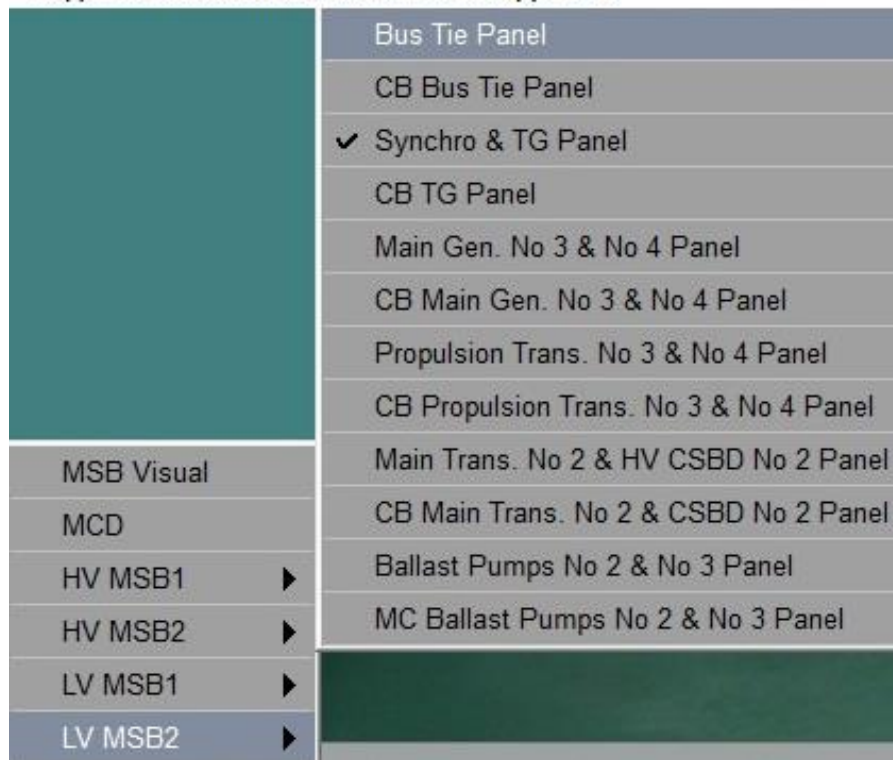


Рис. 4. Сообщение по блоку C5
 Fig. 4. The message on the C5 block

Задание 7.
Подключение защитного заземления шин дизель-генератора

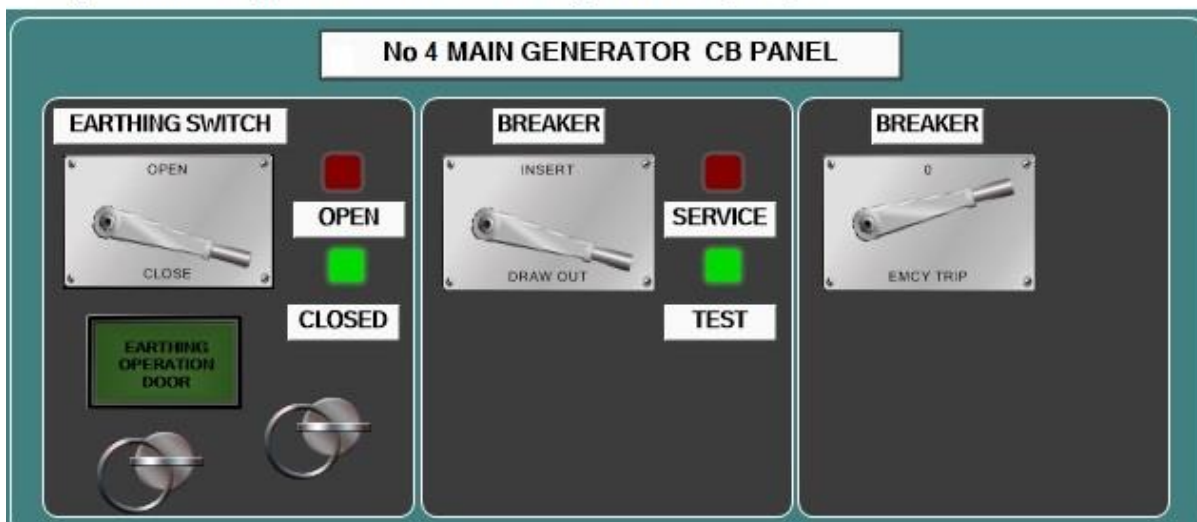


Рис. 5. Сообщение по блоку C9
 Fig. 5. The message on the C9 block

Для создания вопросов используется вкладка "Вопросы" в плагине E-tutor в программе "Инструктор тренажера". При составлении вопросов применяются кнопки управления в окне вкладки "Вопросы". В поле вопроса вводится текст вопроса (например: Какое значение напряжения на шине HVMSB № 1 в кВ?).

С помощью кнопки "Новый ответ" создается несколько вариантов ответа на вопрос: 7 700; 3 300; 7,7; 6,6; "Нет правильного ответа" (рис. 6). Правильный ответ указывается точкой в специально отведенном

поле (слева от возможных ответов). В окне состояния упражнения выбирается вариант "Пауза" для остановки таймера во время ответа на вопросы.



Рис. 6. Создание вопросов при выполнении упражнения
Fig. 6. Creating questions in the exercise

Заключение

Тренажерная подготовка приобретает особую значимость в процессе обучения и переподготовки специалистов судовой машинной команды, в особенности при получении начальных профессиональных знаний и освоении следующих процедур:

- перевод судна с берегового электроснабжения на собственное питание;
- ручная и автоматическая синхронизация при параллельной работе дизельных генераторов;
- работа главной энергетической установки (ГЭУ) судна на ходовых режимах;
- управление судовым турбогенератором;
- применение судового валогенератора;
- управление судовым подруливающим устройством;
- управление ГЭУ судна с винторулевыми колонками типа Azipod;
- техническое обслуживание высоковольтного автоматического выключателя в единой высоковольтной судовой автоматизированной электроэнергетической системе;
- проверка блокировок при техническом обслуживании КРУ-10 в ГРЩ судна и др.

Преподаватель (инструктор) имеет возможность на основе типовых планов самостоятельно разрабатывать планы практических занятий с учетом контингента обучающихся и учебных целей, включая отработку навыков курсантов по управлению едиными судовыми электроэнергетическими системами при различных неисправностях.

Программное обеспечение тренажера позволяет инструктору вводить широкий набор характерных неисправностей судового оборудования, в том числе не допустимых в условиях реальной эксплуатации.

Обучающиеся работают на тренажерах под управлением и контролем инструктора (основной режим). Инструктор управляет тренажером, получает данные от каждого из испытуемых, оценивает и анализирует качество работы обучающихся на тренажере. К каждому занятию подготавливается сценарий, который обеспечивается записью соответствующей программы в тренажере. Обучающиеся могут работать как в режиме создания и редактирования упражнений, так и в режиме оценки и анализа выполнения упражнений.

В тренажере предусмотрен режим записи занятия, что актуально при разборе действий обучающихся в ходе занятия. При необходимости делаются паузы в просмотре записи для подробного рассмотрения выполнения курсантами наиболее важных обрабатываемых элементов.

При проверке знаний и навыков особое внимание уделяется демонстрации профессиональных знаний и навыков для сертификации и дипломирования специалистов, подтверждения рабочих дипломов.

Оценку на контрольном занятии в режиме проверки знаний и навыков дает автоматизированная система оценки выполнения упражнения за действие/бездействие обучающегося, приводящее к срабатыванию системы защиты или поломке механизмов. Главным критерием оценки компетентности обучающихся является демонстрация их способности выполнять задание, решение которого приводит к безопасной, безаварийной и эффективной работе оборудования.

Предлагаемые алгоритмы обучения на тренажерах позволяют реализовать как начальную подготовку курсантов, так и переподготовку специалистов при повышении их квалификации.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список

- Виноградов А. Л., Киселев А. И. О разработке тренажеров ТЭС на современном этапе // Вестник ИГЭУ. 2014. № 2. С. 13–17. EDN: SBTRWR.
- Власов А. Б., Урванцев В. И. Тренажерная подготовка судовой машинной команды. М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. 320 с.
- Соболенко А. Н., Корнейчук Ю. А., Глазюк Д. К. Обобщение опыта эксплуатации тренажеров машинного отделения морского судна // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер. Морская техника и технология. 2016. № 2. С. 59–69. EDN: VYTTXX.
- Троицкий А. В. Применение тренажера судового механика Kongsberg Neptune ERS при изучении курса "Судовые двигатели внутреннего сгорания" // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. 2012. № 33. С. 203–205. EDN: RBSCKL.

References

- Vinogradov, A. L., Kiselev, A. I. 2014. On the development of TPP simulators at the present stage. *Vestnik IGEU*, 2, pp. 13–17. EDN: SBTRWR. (In Russ.)
- Vlasov, A. B., Urvantsev, V. I. 2024. Simulator training of the ship's machine crew (electric power systems). Moscow ; Vologda. (In Russ.)
- Sobolenko, A. N., Korneychuk, Yu. A., Glazyuk, D. K. 2016. Generalization of the experience of operating simulators of the marine engine room. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Marine Engineering and Technologies*, 2, pp. 59–69. EDN: VYTTXX. (In Russ.)
- Troitskiy, A. V. 2012. The use of the ship mechanic simulator Kongsberg Neptune ERS in the study of the course "Marine internal combustion engines". *Bulletin of the Volga State Academy of Water Transport*, 33, pp. 203–205. EDN: RBSCKL. (In Russ.)

Сведения об авторе

Власов Анатолий Борисович – ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, Россия, 183010;
Мурманский арктический университет, д-р техн. наук, профессор;
e-mail: vlasovab@mauniver.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5201-7654>

Anatoly B. Vlasov – 13 Sportivnaya Str., Murmansk, Russia, 183010;
Murmansk Arctic University, Dr Sci. (Engineering), Professor;
e-mail: vlasovab@mauniver.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5201-7654>