

УДК [629.5.064.5:621.3]:38

Программирование тренажерной подготовки морских инженеров

Д. А. Саватеев

*Мурманский государственный технический университет, г. Мурманск, Россия;
e-mail: savateevda@mstu.edu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7100-2263>*

Информация о статье *Реферат*

Поступила
в редакцию
06.10.2022;

получена
после доработки
01.11.2022

Ключевые слова:

подготовка
специалистов
для морских судов,
тренажерная
подготовка,
компьютерная модель
электроэнергетической
установки морского
судна,
программированное
обучение

Непрерывное совершенствование технического оснащения морских судов сопровождается развитием и усложнением тренажерной базы подготовки морских специалистов. Тренажерная подготовка на базе компьютерной модели работы агрегатов танкера сжиженного природного газа типа "Великий Новгород" включает интерактивные компьютерные программы управления обучением, созданные с использованием компьютерного модуля e-Tutor, входящего в комплект поставки тренажера. В ходе систематизации опыта использования специализированных средств программирования учебно-исследовательской деятельности обучающихся при организации и проведении тренажерной подготовки инженеров-электромехаников на компьютерных имитационных моделях морских судов сформирована система условных графических обозначений элементов блок-схемы программы учебных упражнений и приведено их описание. Тренировочные и контрольные упражнения включают ознакомление с мнемосхемами интегрированной системы автоматизации морского судна и оценку с их помощью состояния судовой электроэнергетической системы, запуск гребной электрической установки, обеспечение энергией работающей гребной электрической установки в условиях изменения нагрузки, включение на параллельную работу с сетью резервного дизель-генераторного агрегата в штатном и аварийном режимах, разгон судна до заданной скорости в соответствии с заданием инструктора. Преимущества программирования обучения с использованием компьютерного модуля e-Tutor заключаются в возможности использования тренажера в режиме самостоятельного обучения с автоматизированным преподавательским сопровождением.

Для цитирования

Саватеев Д. А. Программирование тренажерной подготовки морских инженеров. Вестник МГТУ. 2022. Т. 25, № 4. С. 390–399. DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2022-25-4-390-399>.

Programming of marine engineers' simulator training

Dmitry An. Savateev

*Murmansk State Technical University, Murmansk, Russia;
e-mail: savateevda@mstu.edu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7100-2263>*

Article info

Received
06.10.2022;

received
in revised form
01.11.2022

Key words:

sea vessels
specialists training,
simulator preparation,
computer model of
a marine power
plant ships,
programmed training

Abstract

Continuous improvement of the technical equipment of sea vessels is inevitably accompanied by the development and complication of the training base for marine specialists. Simulator training based on a computer model of operating the units of the liquefied natural gas tanker of the *Veliky Novgorod* type includes interactive computer programs for learning management, created using the e-Tutor computer module included in the simulator delivery set. In the course of systematizing the experience of using specialized programming tools for educational and research activities of students in organizing and conducting simulator training for electrical engineers on computer simulation models of sea vessels, a system of conventional graphic symbols for the elements of the flowchart of the training exercise program has been formed and their description has been given. Training and control exercises include familiarization with the mnemonic diagrams of the integrated marine vessel automation system and assessment of the state of the ship's electrical power system with their help, starting the propulsion electrical installation, providing energy to the operating propulsion electrical installation under load changes, switching on the backup diesel generator unit for parallel operation with the network in normal and emergency modes, acceleration of the vessel to the given speed in accordance with the tasks of the instructor. The advantages of training programming using the e-Tutor computer module are the ability to use the simulator in self-study mode with automated teaching support.

For citation

Savateev, D. A. 2022. Programming of marine engineers' simulator training. *Vestnik of MSTU*, 25(4), pp. 390–399. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2022-25-4-390-399>.

Введение

Тренажерное оборудование включает физические и виртуальные имитационные модели элементов электроэнергетического комплекса морских судов.

Тренажерная подготовка курсантов и студентов является частью учебного плана обучения по специальности "Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики" и должна иметь соответствующее действующей нормативной базе методическое обеспечение.

Опыт организации и проведения тренажерной подготовки на базе компьютерной модели энергетической установки, электростанции, интегрированной системы автоматизации, системы электродвижения, вспомогательных систем, оборудования, агрегатов и механизмов танкера сжиженного природного газа (СПГ) типа "Великий Новгород" позволяет выделить три вида такого обеспечения:

1) руководство обучаемого "ERS 5000 TechSim. Дизель-электрический танкер СПГ с двухтопливным двигателем" (Transas MIP Ltd., 2018), поставляемое компанией-производителем тренажерного оборудования;

2) текстовые методические указания (МУ), формулирующие темы, цели и задачи отдельных учебных занятий и адаптирующие руководство обучаемого к условиям проведения таких занятий;

3) интерактивные компьютерные программы управления обучением, создаваемые с использованием компьютерного модуля e-Tutor, входящего в комплект поставки тренажера. Созданный с помощью данного методического обеспечения продукт обозначается э-МУ (по аналогии с e-Tutor).

Второй и третий вид методического обеспечения, по сути, являются примерами реализации технологии программированного обучения, к основным принципам которого относятся (*Скиннер, 1998*):

- принцип информативности: обучаемому должна сообщаться новая информация;
- принцип операционности: в обучении должна присутствовать активная деятельность учащихся, связанная с преобразованием полученной информации;
- принцип обратной связи: в учебном процессе должна существовать регулярная коррекция действий учащегося;
- принцип дозирования учебного материала: учебная информация должна подаваться не сплошным потоком, а отдельными дозами – кадрами.

Программированное обучение включает: а) шаговый технологический процесс при раскрытии и подаче учебного материала; в состав шага входят три взаимосвязанных звена – информация, операция обратной связи и контроль; б) индивидуальный темп обучения; управление обучением; в) использование технических средств обучения (*Скиннер, 1998; Гальперин, 1967*).

Отличие второго и третьего видов методического обеспечения заключается в технической реализации программирования, которая обуславливает наличие достоинств и недостатков данных видов обеспечения (*Пятьдесят..., 2012*). Достоинством традиционных текстовых методических указаний является относительная простота их создания. Недостаток таких учебных изданий также не абсолютен, а проявляется только в сравнении с интерактивной компьютерной программой: текст "проигрывает" в наглядности и в обеспечении контроля достижения требуемого результата (*Яковлева, 2020*).

Учебное занятие, запрограммированное с использованием надстройки e-Tutor, включает традиционную текстовую составляющую, но ее появление на экране монитора происходит поблочно, в точном соответствии с логикой упражнения, что делает ее максимально актуальной на текущем этапе работы обучающегося. Кроме того, в отличие от традиционных МУ, текст в э-МУ может быть дополнен видео- и аудиофрагментами.

Существенным достоинством э-МУ является встроенная функция контроля. В этой функции можно выделить две составляющие: во-первых, переход к последующему этапу технически невозможен без правильного выполнения заданий текущего этапа, во-вторых, на всех этапах упражнения осуществляется оценка действий обучающихся, а по его завершении подводится совокупный итог. Полнота и качество программирования разработчиком откликов на все возможные действия обучающихся обуславливает эффективность и самодостаточность программы, понимаемую как отсутствие необходимости участия в процессе обучения преподавателя (*Гефеле и др., 2017*). Это обстоятельство определяет недостаток э-МУ, заключающийся в относительной сложности разработки.

Опыт создания э-МУ и интеграции их в учебный процесс выявил несоответствие в подходах к данному продукту: с одной стороны, как к компьютерной программе, с другой – как к методическим указаниям по выполнению тренировочных или контрольных упражнений. Поскольку разработчик э-МУ должен совмещать в себе качества программиста и преподавателя, преодоление этого несоответствия является залогом его эффективной работы.

В настоящей статье излагаются результаты систематизации опыта использования специализированных средств программирования учебно-исследовательской деятельности обучающихся при организации и проведении тренажерной подготовки инженеров-электромехаников с использованием компьютерных имитационных моделей морских судов.

Основные понятия и элементы блок-схемы программы упражнения

Упражнение – совокупность взаимоопределяющих событий и действий, моделирующих профессиональную деятельность обучаемого в заданных условиях. Упражнения можно разделить на тренировочные и контрольные.

Программа упражнения (э-МУ) – компьютерная программа, обеспечивающая методическое сопровождение и контроль выполнения тренировочного (контрольного) упражнения, выполняемого обучаемым на компьютерном тренажере ERS 5000 TechSim Дизель-электрический танкер СПГ с двухтопливным двигателем.

Сценарий – словесное описание упражнения.

Сценарий подлежит программированию с использованием программного компьютерного модуля e-Tutor. Результат программирования – компьютерная программа (э-МУ), реализующая сценарий. Таким образом, между упражнением, сценарием и э-МУ существует связь, но отождествлять эти понятия не следует, потому что основным элементом сценария (как и упражнения) является Этап, а основным элементом э-МУ как компьютерной программы – Правило.

Редактор программы упражнения компьютерного модуля e-Tutor содержит набор вкладок с соответствующими инструментами. К ним относятся Описание сценария; Правила (Редактор правил); Неисправности и действия; Сообщения (Редактор сообщений); Вопросы (Редактор опросных листов); Настройки.

Вкладка **Описание сценария** предназначена для описания упражнения и последующего использования этого описания как разработчиком алгоритма, так и другими участниками процесса создания автоматизированной системы обучения и контроля знаний, умений и навыков.

С точки зрения программирования э-МУ представляют собой линейную или разветвленную совокупность условных переходов: если входные аргументы логического выражения обеспечивают выполнение условия, возникает результат (результаты), и программа продолжает работу с учетом этого результата, используя его в том числе в качестве входного аргумента следующего логического выражения. В программном модуле e-Tutor такие логические выражения называются Правилами, а их входные аргументы – Параметрами.

Правило – закономерность, сформулированная в виде логического выражения, входными аргументами которого являются Параметры, а выходными переменными – Сообщения, Опросные листы, Действия, Неисправности – элементы, сосредоточенные на панели результатов Редактора правил модуля e-Tutor.

Параметр – входной аргумент Правила, в качестве которого могут использоваться события, состояния элементов и значения физических величин компьютерной модели инженерных систем судна. В первом случае Параметр является логическим, во втором – перечислимым, в третьем – числовым. Для составления логических выражений в Редакторе правил e-Tutor предусмотрены элементы сравнения и стандартные элементы булевой алгебры, оформленные в виде блоков с изменяемым числом входов. Составление из таких блоков диаграммы Правила и является, по существу, программированием сценария упражнения, выполняемого обучающимися на тренажере. Подключение Параметра к Правилу в качестве входного аргумента логического выражения производится во вкладке Правила компьютерного модуля e-Tutor. На блок-схеме Параметр (за исключением выполненного Правила) изображается прямоугольником оранжевого цвета (рис. 1).

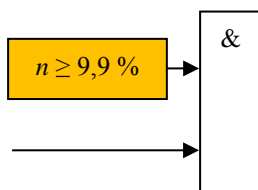



Рис. 1. Фрагмент блок-схемы: элемент Параметр выделен оранжевым цветом

Fig. 1. Block diagram fragment, the Parameter is highlighted in orange

Результат выполнения Правила может быть единичным или множественным, состоящим из следующих элементов: Сообщения, Опросного листа, Действия, Неисправности.

Сообщение – совокупность данных, содержащих поясняющие или предписывающие сведения, которая совместно с другими элементами Правил обеспечивает соответствующее сценарию развитие событий упражнения. Обычно Сообщения представляют собой текст и изображения. На блок-схеме Сообщение изображается прямоугольником голубого цвета, состоящим из трех полей: поля с кратким названием *темы сообщения*, поля со значком *состояния таймера* упражнения и поля со значком *управления закрытием* Сообщения (рис. 2).

Сообщение появляется на экране монитора как результат действия Правила и исчезает в соответствии с заложенной в сценарии логикой развития событий. На блок-схеме эта логика показывается следующим

образом: если поле управления закрытием пусто, значит, в окне Сообщение отсутствует кнопка "Закрыть" и сигнал на удаление Сообщение должен прийти при выполнении последующего Правила (рис. 3). Если в поле управления закрытием изображен знак , значит кнопка "Закрыть" доступна, и Сообщение может быть удалено обучающимся, что не исключает и программного удаления такого Сообщение.

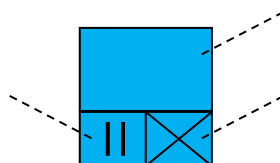


Рис. 2. Элемент блок-схемы Сообщение
Fig. 2. Block diagram element Message

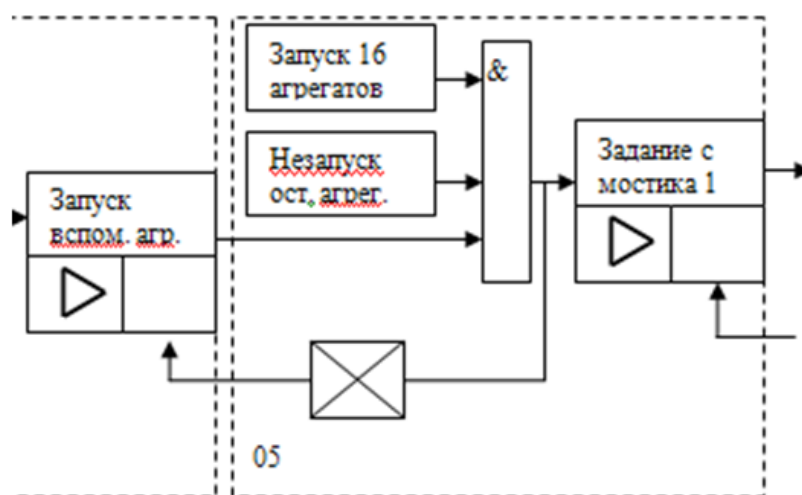





Рис. 3. Фрагмент блок-схемы: сигнал закрытия Сообщение формируется по результатам выполнения последующего правила
Fig. 3. Block diagram fragment, the Message closing signal is generated based on the results of the execution of the following rule

Редактор сценария компьютерного модуля e-Tutor содержит вкладку Сообщение, предназначенную для редактирования Сообщений и настройки их функционала. Подключение Сообщение к Правилу производится во вкладке Правило.

В модуле e-Tutor управление закрытием сообщения осуществляется двумя настройками: отметкой позиции *Скрыть "Закрыть"* Редактора сообщений и отметкой позиции *Закрыть предыдущее сообщение* Редактора правил. Например, чтобы Сообщение исчезло с экрана автоматически после выполнения обучающимся условий, описанных в этом Сообщение, необходимо поставить отметку рядом с *Закрыть предыдущее сообщение* на панели Результатов правила, которое действует уже после Сообщение и контролирует выполнение содержащихся в нем предписаний.

Для выполнения обучающимися действий, требующих относительно продолжительного изучения страниц, вкладок, мнемосхем и панелей компьютерной модели судна, а также Сообщений обучающей программы, таймер упражнения может быть остановлен. О применяемой при программировании сценария настройке таймера упражнения свидетельствует значок в соответствующем поле элемента блок-схемы Сообщение:  – во время демонстрации Сообщение таймер поставлен на паузу;  – во время демонстрации Сообщение таймер продолжает счет;  – во время демонстрации Сообщение таймер останавливается, что означает и завершение упражнения. Настройка этой опции производится в Редакторе сообщений.

Опросный лист – список вопросов, которые выводятся на экран монитора как результат выполнения Правила. На блок-схеме Опросный лист изображается прямоугольником желтого цвета (рис. 4).

Редактор сценария компьютерного модуля e-Tutor содержит вкладку Вопросы, предназначенную для создания вопросов и ответов на них. Вопросы включаются в Опросные листы Правил с дополнительной

настройкой их демонстрации обучающемуся, предусматривающей возможность отвечать на вопросы в произвольном или строго определенном порядке, с изменением порядка следования или без него.

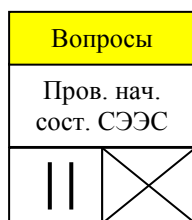


Рис. 4. Фрагмент блок-схемы: элемент Опросный лист выделен желтым цветом
 Fig. 4. Block diagram fragment, the Questionnaire is highlighted in yellow

Действие – изменение состояния какого-либо элемента модели судна, предусмотренное правилами безопасной эксплуатации этого элемента. На блок-схеме Действие изображается прямоугольником зеленого цвета (рис. 5).

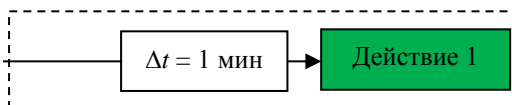


Рис. 5. Фрагмент блок-схемы: элемент Действие выделен зеленым цветом
 Fig. 5. Block diagram fragment, the Action is highlighted in green

Неисправность – изменение состояния какого-либо элемента модели судна, не предусмотренное правилами безопасной эксплуатации этого элемента. На блок-схеме Неисправность изображается прямоугольником красного цвета (рис. 6).

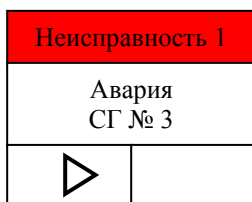


Рис. 6. Фрагмент блок-схемы: элемент Неисправность выделен красным цветом
 Fig. 6. Block diagram fragment, the Fault is highlighted in red

Редактор сценария компьютерного модуля e-Tutor содержит вкладку Неисправности и Действия, предназначенную для программирования изменения состояния элементов модели судна. Изменение состояния (в зависимости от его характера) можно отнести к Неисправности (например, короткое замыкание двигателя насоса) или к Действию (например, включение насоса).

Созданные во вкладке Неисправности и (или) Действия подключаются к Правилу в качестве выходных переменных логического выражения.

Пример блок-схемы Правила представлен на рис. 7. Параметрами Правила являются два события: выполнение предшествующего Правила и установка переключателя вида управления, расположенного на местном посту управления, в положение Remote. Если параметры принимают значения "истина", на выходе элемента И возникает логическая единица, и через 2 секунды, которые даны обучающимся для наблюдения действия сигнализации, на экране появляется Сообщение (выделено синим), содержащее рекомендации по переводу управления из центрального поста управления на капитанский мостик.

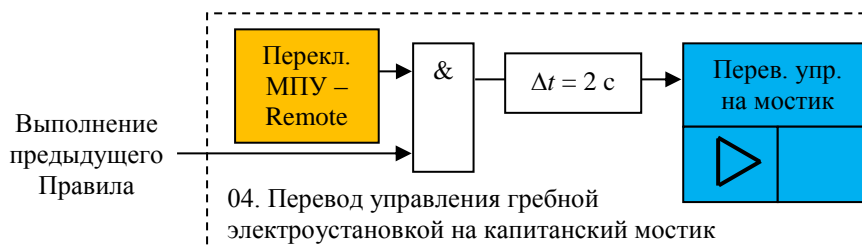


Рис. 7. Фрагмент блок-схемы: Правило 04
 Fig. 7. Block diagram fragment, Rule 04

Таким образом, можно заключить, что в данном примере под термином "Правило" понимается правило появления Сообщения о переводе управления на мостик. В этом заключается несоответствие Правила как основной составной части компьютерной программы Этапу упражнения – логически завершенной составляющей, на которые упражнение должно быть разбито в соответствии с принципами программированного обучения.

Этап – логически завершенная часть упражнения (или сценария, как его словесного описания), продолжающаяся в реальном времени, начинающаяся, как правило, с события или Сообщения, определяющего последующие действия обучаемого, и заканчивающаяся достижением результата этих действий.

В рассматриваемом примере Этап называется "Перевод управления гребными электродвигателями из местного поста управления в центральный пост" (рис. 8). На данном Этапе обучающиеся работают с результатом предыдущего Правила – Сообщением, содержащим рекомендации по переводу управления, изучают мнемосхемы и изображения консолей управления и предпринимают необходимые действия по переводу. Эта работа завершается непосредственно перед появлением результата Правила 04, в результате чего Этап упражнения оказывается смещен влево, на завершающую часть предшествующего Правила (рис. 8).

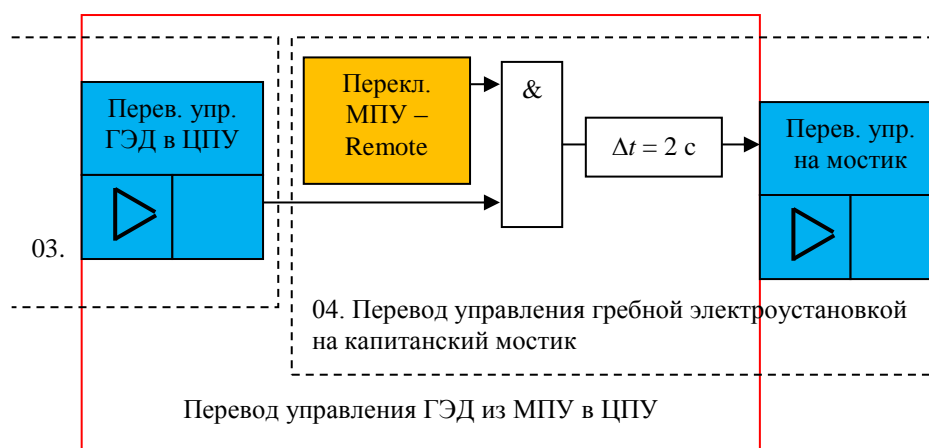


Рис. 8. Выделенный красным фрагмент блок-схемы соответствует этапу сценария
Fig. 8. The block diagram fragment highlighted in red corresponds to the stage of scenario

Выявление указанного несоответствия, заключающегося в несовпадении Этапов упражнения с Правилами программирования его алгоритма, позволило усовершенствовать технологию разработки э-МУ и активизировать внедрение таких разработок в учебный процесс.

Составление сценария и блок-схемы тренировочного упражнения

Следующий пример иллюстрирует технологию программирования тренировочного упражнения «Подготовка к работе гребной электрической установки танкера СПГ типа "Великий Новгород", пуск гребных электродвигателей, движение судна». Ниже приводится фрагмент сценария и соответствующей ему блок-схемы программы (рис. 11).

Этап 1. Постановка задачи в общем виде. Исходные условия.

На экране демонстрируется титульный лист упражнения с его названием, фотографией судна, условиями плавания на момент начала упражнения, планом упражнения и краткими рекомендациями по взаимодействию обучающегося с компьютерной программой.

Этап 2. Проверка начального состояния судовой электроэнергетической системы (СЭЭС) и гребной электрической установки судна. Опрос по итогам проверки.

На экране демонстрируется сообщение, поясняющее навигацию по вкладкам и страницам компьютерной модели судна, использование интегрированной системы автоматизации (IAS, Integrated Automation System). Обучающиеся изучают следующие мнемосхемы IAS (рис. 9): Систему управления электроснабжением (POWER MANAGEMENT SYSTEM), Систему управления генераторами (GENERATOR CONTROL SYSTEM), Двигатели главных генераторов (NO.1-4 MAIN GENERATOR ENGINE), Сигнализацию двигателей генераторов (NO.1-4 GENERATOR ENGINE ALARM), Гребные электродвигатели (NO.1-2 PROPULSION MOTOR).

Кроме этого, по мнемосхеме System 1/2 вспомогательной охлаждающей пресной воды низкотемпературного контура (Auxiliary LT Cooling FW System 1/2) должно быть проверено состояние клапанов линий вспомогательного охлаждения низкотемпературного контура.

Таймер упражнения на время проверки останавливается. Опрос по итогам проверки также проводится при остановленном времени упражнения. Через секунду после закрытия сообщения и опросного листа на экране появляется следующее сообщение.



Рис. 9. Главное меню интегрированной системы автоматизации (IAS)

Fig. 9. The main menu of the integrated automation system

Этап 3. Ознакомление с местными групповыми пусковыми щитами насосов и вентиляторов гребных электродвигателей (ГЭД) и редукторов (рис. 10). Опрос по итогам ознакомления.

На экране демонстрируется сообщение, поясняющее взаимосвязь между мнемосхемами IAS и панелями местных групповых пусковых щитов (LGSP, Local Group Starter Panel) машинного отделения (ER, Engine Room). Одна из мнемосхем и одна из панелей показаны на рис. 10.

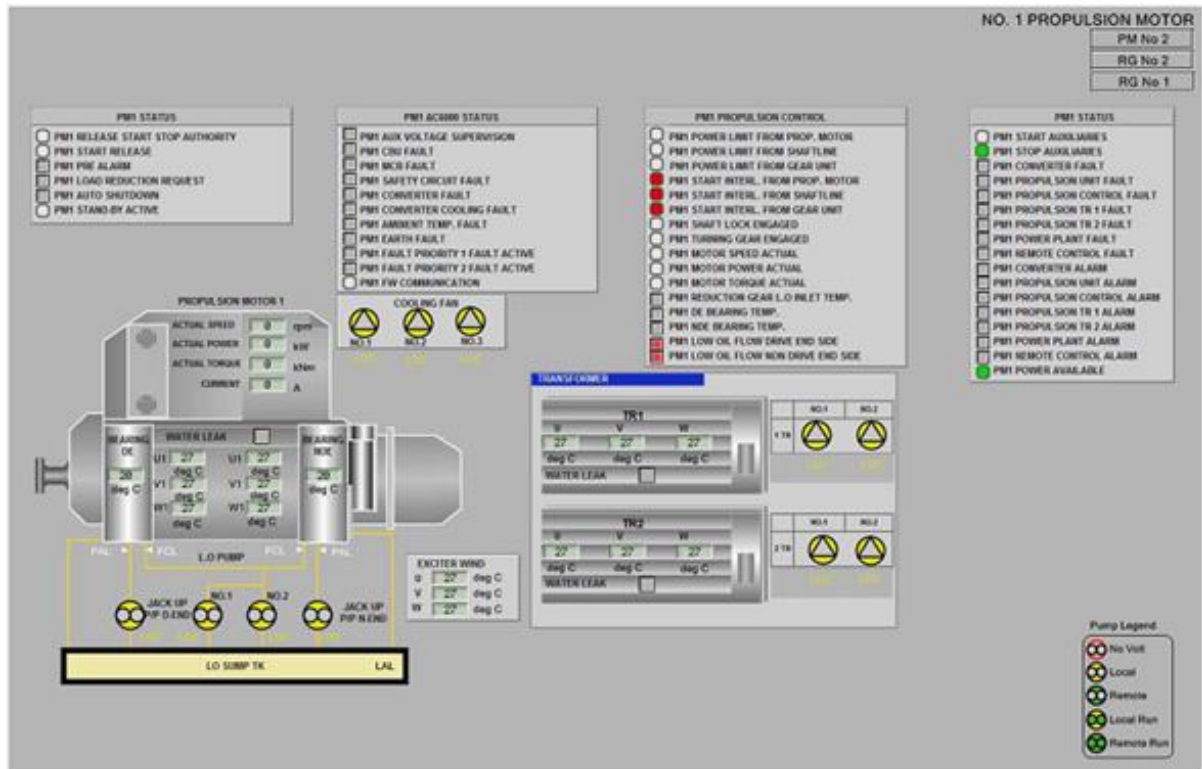
Таймер упражнения на время ознакомления и опроса по его итогам останавливается. Через секунду после закрытия сообщения и опросного листа на экране появляется следующее сообщение.

Этап 4. Запуск вспомогательных агрегатов, обеспечивающих работу ГЭУ.

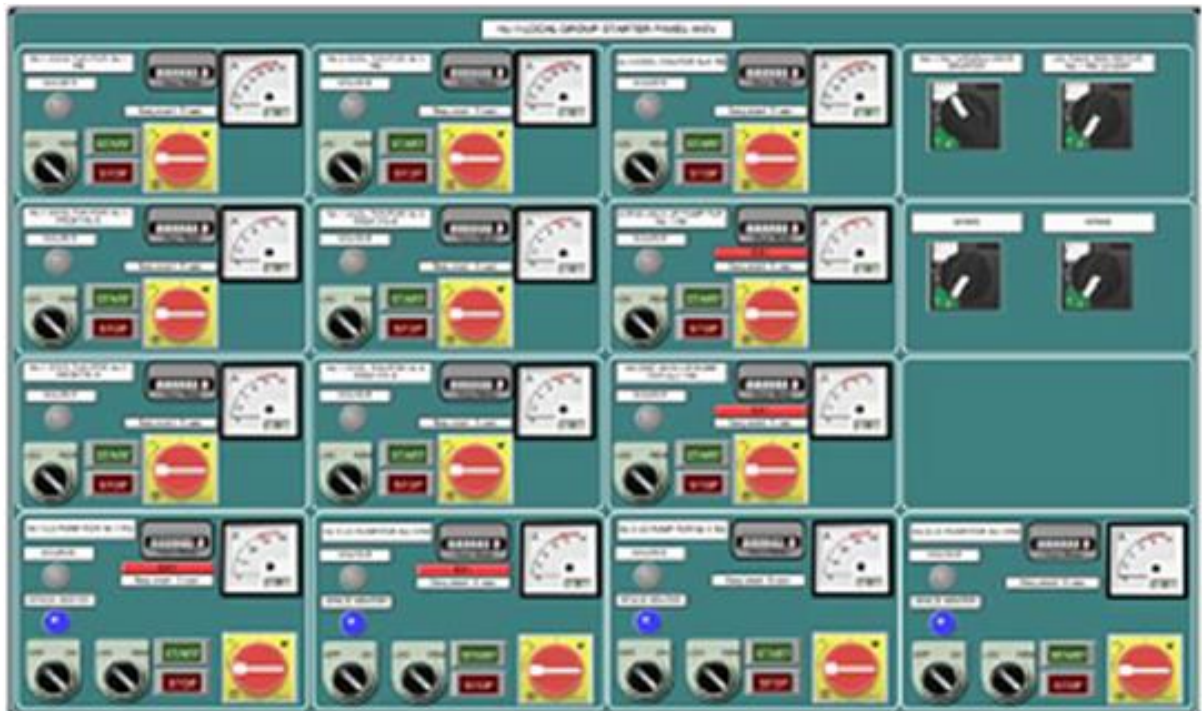
На экране демонстрируется сообщение с заданием на запуск вспомогательных агрегатов гребной электрической установки (насосов и вентиляторов). Для того чтобы снять сигналы, блокирующие работу ГЭУ, достаточно запустить 16 агрегатов из 26. Обучающиеся должны пройти этот этап в строгом соответствии с заданием, включив именно те насосы и вентиляторы, которые указаны в списке.

Таймер упражнения на данном этапе не выключается. Текущее сообщение исчезает, а следующее появляется на экране сразу после выполнения задания.

Блок-схема программы приведенного фрагмента упражнения показана на рис. 11.



a



b

Рис. 10. Элементы управления насосами и вентиляторами ГЭУ на мнемосхеме IAS NO.1 PROPULSION MOTOR (*a*) и панели местных групповых пусковых щитов в машинном отделении (*b*)
 Fig. 10. The propulsion system pumps and fans control elements on the mnemonic circuit IAS NO.1 PROPULSION MOTOR (*a*) and on local group start panels in engine room (*b*)

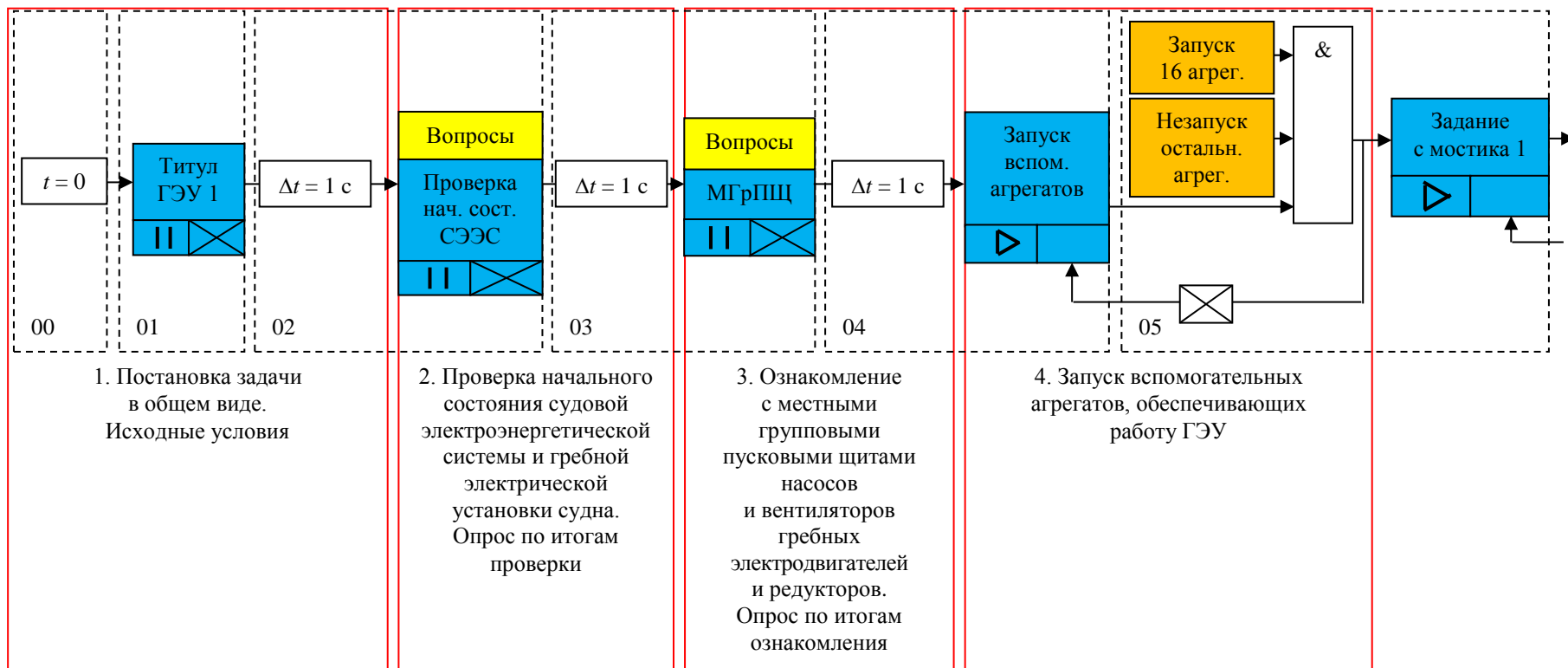


Рис. 11. Фрагмент блок-схемы тренировочного упражнения: подготовка к работе гребной электрической установки танкера СПГ типа "Великий Новгород", пуск гребных электродвигателей, движение судна

Fig. 11. Fragment of training exercise block-diagram: Preparation for operation of the LNG tanker *Veliky Novgorod* type electric propulsion system, propulsion motors starting, vessel movement

Заключение

Проведенная работа по внедрению в учебный процесс программирования сценариев учебных и тренировочных упражнений, выполняемых в ходе тренажерной подготовки, показала соответствие созданных э-МУ идеи и принципам программированного обучения как относительно самостоятельного и индивидуального усвоения знаний и умений по обучающей программе и с помощью специальных средств. В теории программированного обучения под обучающей программой понимают последовательность шагов, представляющих собой этапы овладения единицей знаний или умений. Каждый шаг должен включать три части: 1) предъявление логически завершенной дозы учебной информации; 2) контрольные задания (обратная связь); 3) переход к следующему шагу.

Основной элемент программы обучения, созданной с использованием компьютерного модуля e-Tutor, – Правило – не совпадает с основным элементом учебного упражнения – Этапом, что в начальный период использования указанного средства программирования создавало сложности при выстраивании логической схемы программы. Несовпадение заключается в том, что Правило содержит вторую и третью части текущего Этапа и первую часть последующего Этапа упражнения. Выявление данного противоречия и отказ от совмещения составляющих компьютерной программы и учебного упражнения позволили создать асинхронную структуру, придающую блок-схеме программы логическую завершенность.

Разработка и испытание в ходе учебного процесса морского вуза ряда тренировочных и контрольных упражнений выявили следующие достоинства программирования обучения с использованием компьютерного модуля e-Tutor:

- уменьшение степени активного участия преподавателя в руководстве деятельностью обучающихся и, как следствие, улучшение динамики учебных занятий отдельных обучающихся или малых групп;
- наглядная демонстрация хода и предварительных результатов выполнения упражнения несколькими обучающимися или малыми группами;
- возможность использования тренажера в режиме самостоятельного обучения с автоматизированным преподавательским сопровождением.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список

- Гальперин П. Я. К теории программированного обучения. М. : Знание, 1967. 44 с.
- Гефеле О. Ф., Балакшина Е. В., Милукова О. В. Роль программированного обучения в формировании профессиональных компетенций // Инструменты и механизмы современного инновационного развития : сб. ст. междунар. науч.-практ. конф., Пермь, 5 декабря 2017 г. В 5 ч. Ч. 4. Уфа : АЭТЕРНА, 2017. С. 204–207.
- Пятьдесят современных мыслителей об образовании. От Пиаже до наших дней / под ред. М. С. Добряковой. М. : Издательский дом Высшей школы экономики, 2019. 488 с.
- Скиннер Б. Ф. Наука об обучении и искусство обучения // Теории учения / под ред. Н. Ф. Талызиной, И. А. Володарской. М. : Российское психологическое общество, 1998. С. 103–109.
- Яковлева Н. Р. Академия Хана: адаптированная модель программированного обучения в дистанционном формате // Инновационные проекты и программы в образовании. 2020. № 4(70). С. 40–46. EDN: MEMXII.

References

- Galperin, P. Ya. 1967. Towards the theory of programmed learning. Moscow. (In Russ.)
- Gefelev, O. F., Balakshina, E. V., Milyukova, O. V. 2017. The role of programmed learning in the formation of professional competencies. Collection of articles of the Intern. Scien. and Pract. Conf. *Tools and mechanisms of modern innovative development*, in 5 parts. pp. 204–207. (In Russ.)
- Fifty modern thinkers on education, from Piaget to the present day. 2019. Ed. Dobryakova M. S. Moscow. (In Russ.)
- Skinner, B. F. 1998. The science of learning and the art of learning. In *Theories of teaching*. Eds. Talyzina N. F., Volodarskaya I. A. Moscow. (In Russ.)
- Yakovleva, N. R. 2020. Khan Academy: adapted model of programmed learning in distance format. Innovative projects and programs in education, 4(70), pp. 40–46. EDN: MEMXII. (In Russ.)

Сведения об авторе

Саватеев Дмитрий Анатольевич – ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, Россия, 183010; Мурманский государственный технический университет, канд. пед. наук, доцент; e-mail: savateevda@mstu.edu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7100-2263>

Dmitry An. Savateev – 13 Sportivnaya Str., Murmansk, Russia, 183010; Murmansk State Technical University, Cand. Sci. (Pedagogy), Associate Professor; e-mail: savateevda@mstu.edu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7100-2263>