

УДК 378.147.026.7:621.3:004

**В.Я. Молочков, И.Д. Молочкова**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

## **ПРОГРАММНЫЕ И АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОБЛЕМНОГО ПОДХОДА В ПОДГОТОВКЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА СУДОВ**

*Приводятся данные по исследованию, структуризации и ранжированию проблем, возникающих при обслуживании технических средств судов и на их основе разработке аппаратных и программных средств для реализации компетенций при подготовке и переподготовке электротехнического персонала судов на примере обслуживания судовой автоматизированной электроэнергетической системы. Приводятся данные по анализу и структуризации неисправностей электрооборудования судов. Рассматривается разработанная программа, реализующая проблемный подход.*

**Ключевые слова:** суда, исследование, проблемный подход, электротехнический персонал, судовая электроэнергетическая система.

**V. Molochkov, I. Molochkova**

## **SOFTWARE AND HARDWARE FOR IMPLEMENTATION PROBLEM APPROACH IN ELECTRICAL TRAINING STAFF OF SHIPS**

*The article presents the data on research, structuring and ranking problems in servicing ships and technical means based on them, develop hardware and software for the realization of the competence in the preparation and retraining of electricians servicing ships at the example of automated shipboard power system. The data for the analysis and structuring of electrical faults courts. considered developed, the program is implemented problematic approach.*

**Key words:** ships investigation, problems approach, electricians, ship's electric power system.

### **1. Цель и решаемые задачи исследования**

Целью исследования является выработка и совершенствование средств аппаратного и программного обеспечения при реализации компетенций подготовки и переподготовки электротехнического персонала судов, а также помощь электротехническому персоналу судов в решении штатных и нештатных проблем при обслуживании электрооборудования.

Следует отметить, что работа электротехнического персонала судов происходит в отрыве от помощи, характерной для береговых специалистов, требует быстрых решений, от которых зависит как живучесть судна, так и жизнь людей. Здесь, как никогда, «человеческий фактор» и уровень профессиональной и психологической подготовки может определить результаты работы. Решение возникающих нештатных ситуаций требует наличия базы данных проблемного характера.

Учитывая, что 80 % аварий, включая гибель судов, связаны с «человеческим фактором», совершенствование выработки компетенций при подготовке и переподготовке электротехнического персонала судов является в настоящее время весьма актуальной задачей.

Для достижения данной цели решались следующие задачи исследовательского и технического характера:

- исследование, анализ, структуризация и ранжирование штатных и нештатных проблем, возникающих при обслуживании электрооборудования промысловых судов;
- создание базы данных по решению технических проблем при эксплуатации электрооборудования судов;

- разработка математического аппарата моделирования работы судовой электроэнергетической системы в различных режимах работы, являющегося основой разрабатываемого программного обеспечения;
- разработка программных средств для обучения и переобучения электротехнического персонала судов на основе проблемного подхода.

## **2. Исследование, выбор, структуризация проблем, выбор аппаратных средств и разработка программных средств**

Первые две задачи: исследование, анализ, структуризация и ранжирование проблем, возникающих при обслуживании электрооборудования промысловых судов, и создание базы данных по решению технических проблем при эксплуатации электрооборудования судов – решались на основе материала многолетнего сотрудничества с предприятием по ремонту судового электрооборудования и средств автоматики Владивостокского отделения ОАО ВП «ЭРА», где находился многие годы филиал кафедры «Электрооборудование и автоматика судов» Дальрыбвтуза. Большое участие в решении этих задач приняли специалисты этого предприятия и опытные специалисты-электромеханики, которые сотрудничали с кафедрой.

На основе собранного материала вначале была создана программа TREN [1-3], имеющая следующие разделы:

- ремонт силовых частей электрооборудования;
- ремонт средств судовой автоматики;
- ремонт механических узлов силовых частей и средств автоматики;
- организационные вопросы по обслуживанию судового электротехнического оборудования.

Третья задача по созданию математического аппарата моделирования работы электроэнергетической системы в различных режимах работы в реальном масштабе времени в штатных и нештатных ситуациях являлась обязательным этапом создания программы SAEES.

В этой программе, кроме базы данных, имеется возможность обучения, тестирования и решения нестандартных ситуаций, возникающих с электроэнергетической системой на судне.

Последняя, четвертая задача по разработке аппаратных и программных средств реализована на кафедре в виде программы-тренажера SAEES, который в отличие от типового стационарного тренажера ERS4000 [4, 5] позволяет работать вне привязки к месту, в том числе и на судне.

При подготовке и особенно при переподготовке электротехнического персонала судов наибольший эффект от применения проблемного подхода можно получить при разработке обучающих и тестовых программ для реализации компетенций по разделу специальных дисциплин [6, 7].

В данной статье реализация этого подхода описана для выработки компетенций по обслуживанию судовой электроэнергетической системы при подготовке электротехнического персонала судов. К ним в соответствии со стандартом последнего поколения для электромехаников судов специальности 180407.65 для дисциплины «Судовые автоматизированные электроэнергетические системы» относятся: ПК-7, ПК-8, ПК-12.

Проведенный анализ компетенций выявил основные операции при обслуживании САЭС, которые позволяют реализовать вышеперечисленных компетенций [8, 9]. Структура этих операций, охватывающая все возможные режимы работы САЭС, приведена на рис. 1.

Для выработки вышеперечисленных компетенций к разрабатываемой компьютерной программе предъявлены следующие требования:

- доступность программы и возможность индивидуального пользования обучающимися и повышающими квалификацию;

- кроме тестового режима тренажера, наличие обучающего режима в виде электронного учебника, ссылки на разделы которого происходят при обучающем режиме и неправильных действиях с электростанцией;
- наличие всех режимов работы электростанции и синхронных генераторов, в том числе и моделирование аварийных, нештатных;
- возможность моделирования нагрузок судовой электростанции в различных режимах работы судна и особенно в аварийных, нештатных режимах.



Рис. 1. Структура функций-проблем, реализующая компетенции  
Fig. 1. Structure-function problems, realizing the competence

Разработка моделирования работы электростанции потребовала следующих исследовательских работ:

- анализ переходных функций составных частей электростанции;
- разработка математического описания работы электростанции в различных режимах.

Программа построена с применением программных средств для работы в среде Windows, выполнена на языке C++ с использованием Microsoft foundation classes (MFC 4.2).

Для моделирования на ЭВМ режимов работы судовой электроэнергетической системы и решения проблемных задач использовался язык векторно-матричных уравнений и аппарат линейной алгебры для многомерных систем произвольного порядка с многими входами и выходами [10].

В стартовую справочную систему (рис. 2) включены описания режимов работы электростанции, описание способов синхронизации, инструкции по работе с программой, а также описания последствий ошибок для САЭЭС.

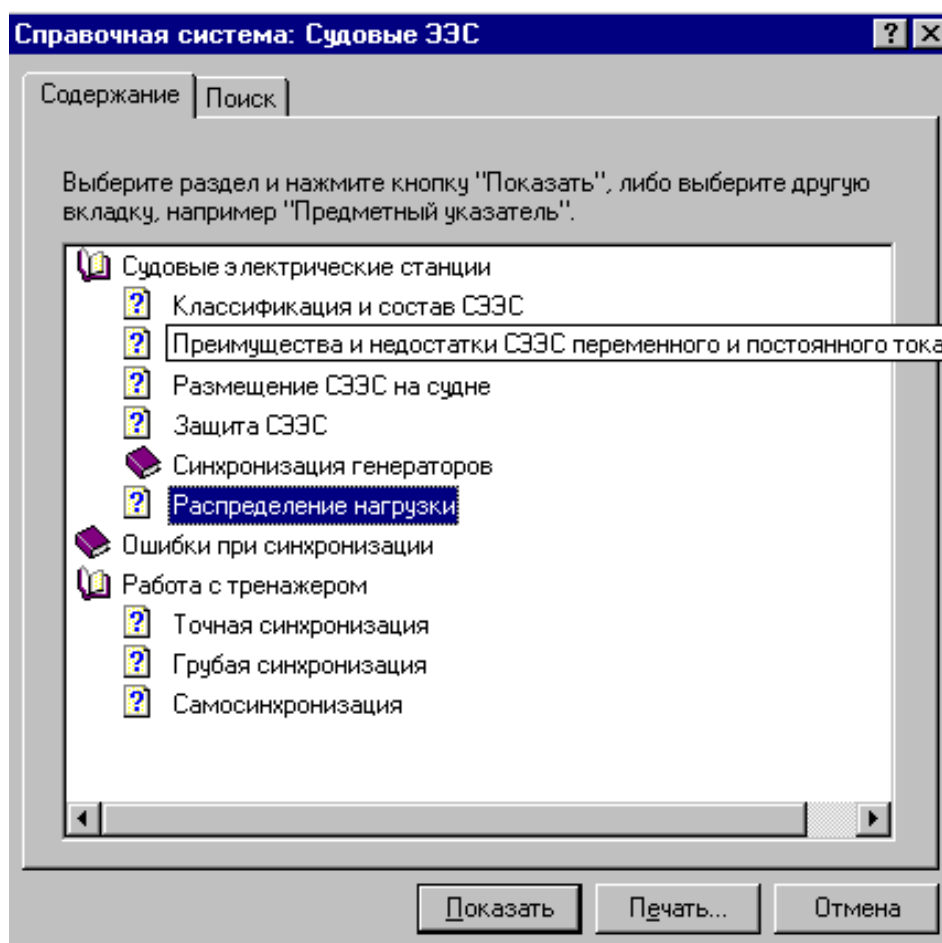


Рис. 2. Справочная система программы  
Fig. 2. Software Help

### **Взаимодействие пользователя с программой**

Программа выполнена с использованием стандартных элементов управления Windows, имитирующих органы управления генераторами электростанции. Внешний вид рабочей панели программы-тренажера в режиме точной синхронизации представлен на рис. 3.

Экран программы выполнен в виде диалогового окна Windows, в котором расположены элементы управления двух генераторов, панели синхронизации и распределительной секции.

Пользователь при помощи элементов управления генераторами изменяет параметры их работы (частоту, напряжение) включает и выключает нагрузку и т.д.

В соответствии с этими изменениями изменяется мощность, ток и другие параметры электростанции в целом.

Справочная система программы включает в себя описание режимов работы электрических станций, методов синхронизации, а также указания по работе с программой, назначение органов управления и описания ошибок, возникающих при работе.

#### **Режим работы пользователя с программой:**

##### ***а) Работа.***

В этом режиме пользователь может производить в произвольном порядке все возможные действия с электростанцией: ввод генератора в работу, включение и отключение нагрузки, включение генераторов на параллельную работу, перераспределение нагрузки между параллельно работающими генераторами, отключение генераторов. В случае ошибочных дей-

ствий выводится соответствующее сообщение и предлагается соответствующий раздел справочной системы.

**б) Тренировка (обучение).**

Режим предназначен для ознакомления пользователя с необходимой последовательностью действий при работе с программой. Элементы управления становятся доступными по мере выполнения необходимых действий. В процессе работы выводятся сообщения, которые описывают порядок действий при вводе генератора в работу, подключении нагрузки и при включении генераторов на параллельную работу. После выполнения всех необходимых действий все элементы управления становятся доступными, и пользователь может совершать любые действия в произвольном порядке. В случае ошибочных действий выводится соответствующее сообщение и предлагается соответствующий раздел справочной системы.

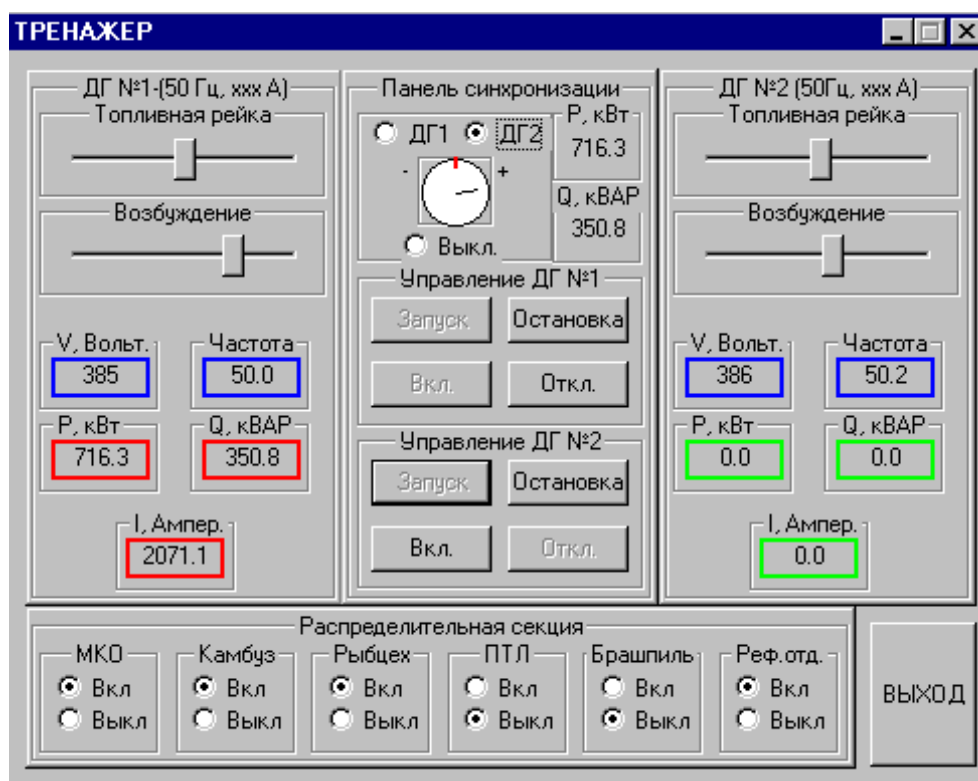


Рис. 3. Внешний вид панелей электростанции  
Fig. 3. Appearance of power plant panel

Программа реализует стандартный механизм обработки сообщений Windows и MFC. Каждому элементу управления сопоставлена функция-обработчик, отвечающая за обработку сообщений, адресованных данному элементу управления (или группе элементов). При реализации переходных процессов используется таймер и функция обработки сообщений таймера.

В программе используются алгоритмы вычислений, позволяющие создать видимость работы электростанции в реальном масштабе времени.

**Заключение**

Итогом данной работы являются:

- результаты исследования, анализа, структуризации и ранжирования проблем, возникающих при обслуживании электрооборудования промышленных судов для создания базы

данных и программы TRFN по решению технических проблем при эксплуатации электрооборудования судов;

- результаты анализа переходных функций составных частей электростанции, разработки математического моделирования работы электростанции в различных режимах, воплощенные в программу SAEES;

- результаты анализа компетенций по судовой электроэнергетической системе специальности 180407.65, воплощенные в программу подготовки с проблемным подходом.

### Список литературы

1. Молочков, В.Я. Микропроцессорные системы управления техническими средствами рыбопромысловых судов / В.Я. Молочков. – М.: Моркнига, 2013. – 362 с.

2. Кирюха, В.В. Измерительные преобразователи в системах автоматики: учеб. пособие / В.В. Кирюха. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2007. – 218 с.

3. Кирюха, В.В. Индуктивные датчики и их применение для решения задач оперативного контроля толщины слоя коррозии / В.В. Кирюха // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2014. – Т. 31. – 133 с.

4. Молочкова, И.Д. Тренажерная подготовка / И.Д. Молочкова. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2014. – 111 с.

5. Молочкова, И.Д. Автоматизация судовой электростанции: учеб. пособие / И.Д. Молочкова. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2006. – 84 с.

6. Кудрявцев, В.Т. Проблемное обучение: истоки, сущность, перспективы / В.Т. Кудрявцев. – М.: Знание, 1991. – 80 с.

7. Занюк, С. Психология мотивации / С. Занюк. – К.: Ника-Центр; Эльга-Н, 2001. – 352 с.

8. Молочков, В.Я. Микропроцессорные системы управления техническими средствами судов: учеб. пособие / В.Я. Молочков, И.Д. Молочкова. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. – 193 с.

9. Алексеев, Н.А. Микропроцессорные системы управления электроэнергетическими установками промысловых судов / Н.А. Алексеев. – М.: Колос, 2008. – 424 с.

10. Молочков, В.Я. Структурные модели динамических процессов в исследовании технических средств судов / В.Я. Молочков, И.Д. Молочкова // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2014. – Т. 32. – 128 с.

**Сведения об авторах:** Молочков Валентин Яковлевич, кандидат технических наук, доцент; e-mail: val\_mol@mail.ru; Молочкова Ирина Дмитриевна, доцент.