



УДК 004.31:004.45:004.94

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ЛАБОРАТОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В.И. Фрейман^а

^а Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, 614990, Российская Федерация
Адрес для переписки: vfrey@mail.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию 28.11.16, принята к печати 30.12.16

doi: 10.17586/2226-1494-2017-17-1-196-200

Язык статьи – русский

Ссылка для цитирования: Фрейман В.И. Автоматизированная система дистанционного управления и контроля лабораторного оборудования // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2017. Т. 17. № 1. С. 196–200. doi: 10.17586/2226-1494-2017-17-1-196-200

Аннотация

Реализовано аппаратное и программное обеспечение автоматизированной системы дистанционного управления и контроля лабораторного оборудования по изучению основ электроники и схмотехники. Система позволяет создать виртуальную модель реального стенда. Оригинальное программное обеспечение позволило сопоставлять информацию из памяти микроконтроллера, поддерживающего работу лабораторных установок, с эталонной моделью и выявлять несоответствия установленных соединений с данными шаблона. Графический интерфейс предоставляет возможность оперативно проверять действия обучаемых и корректировать учебный процесс. Автоматизация процедур конфигурирования и последующей проверки позволила ускорить работу и уменьшить количество ошибок, улучшить качество обучения, повысить эффективность проведения лабораторных занятий и точность контроля, интенсифицировать процедуру проверки и использовать самоконтроль при самостоятельном выполнении заданий.

Ключевые слова: автоматизация, управление, контроль, программа, протокол, правильность коммутации, логический элемент, матрица, соединение, логическое состояние

AUTOMATED REMOTE MANAGEMENT AND CONTROL SYSTEM OF THE LABORATORY EQUIPMENT

V.I. Freyman^а

^а Perm National Research Polytechnic University, Perm, 614990, Russian Federation

Corresponding author: vfrey@mail.ru

Article info

Received 28.11.16, accepted 30.12.16

doi: 10.17586/2226-1494-2017-17-1-196-200

Article in Russian

For citation: Freyman V.I. Automated remote management and control system of the laboratory equipment. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 2017, vol. 17, no. 1, pp. 196–200. doi: 10.17586/2226-1494-2017-17-1-196-200

Abstract

The paper deals with the hardware and software implementation of automated remote management system of laboratory equipment for studying fundamentals of electronics and circuit technology. This system gives the possibility to create the virtual model of a real stand. The original software has enabled to compare information from the memory of microcontroller keeping in laboratory stands with etalon model, and reveal discrepancies of set connections and template data. Graphical interface allows for operation control of students and correction of studying process. Automation of configuring and the following checking procedures has accelerated the work and decreased error frequency, made it possible to improve the quality of learning, increase efficiency of laboratory researches and control accuracy, intensify the check procedure and use self-checking in case of independent execution of tasks.

Keywords: automaton, management, control, program, protocol, switching accuracy, logical element, matrix, connection, logical state

Для современной системы высшего образования основной задачей является повышение качества обучения [1–3]. Оно служит залогом обеспечения высокой конкурентоспособности и востребованности выпускников и важным фактором их успешной трудовой деятельности [4, 5]. Одним из главных элементов повышения качества образования можно назвать интеграцию на всех этапах процесса обучения эффективных образовательных, информационных и телекоммуникационных технологий в сочетании с элементами автоматизации [6–8]. Особенно это важно для подготовки технических специалистов, которые

должны приобретать умения и опыт практической работы с реальным промышленным и лабораторным оборудованием и измерительной техникой [9, 10], а не только с программными моделями [11]. В этой связи в качестве примера объектов для проектируемой автоматизированной информационной системы выбраны лабораторные стенды, на которых осуществляется исследование принципов построения и функционирования базисных элементов современных элементов и устройств вычислительной техники и систем управления.

В настоящее время элементная база современных устройств аппаратуры передачи данных значительно усложнилась. Для понимания принципов построения и функционирования базовых элементов современных систем автоматизации и управления необходимо использовать моделирование элементов цифровой схемотехники как в отдельности, так и в составе сложных функциональных устройств.

Существуют различные виды моделирования: математическое, алгоритмическое, программное, физическое и т.д. [12]. Для исследования базисных элементов электроники и схемотехники наиболее подходит физическое моделирование, выполняемое на реальных лабораторных стендах. Оно позволяет исследовать основные характеристики устройств (например, логических элементов, триггеров), а также принципы построения более сложных функциональных устройств, таких как регистры, счетчики, шифраторы/дешифраторы, мультиплексоры/демультиплексоры, сумматоры и т.д.

Эффективность выполнения экспериментальных исследований в рамках лабораторного практикума во многом определяется правильным конфигурированием лабораторного оборудования. Для этого в выбранных лабораторных стендах, используемых для изучения основ электроники и схемотехники, используется способ физической коммутации элементов стенда.

Во время лабораторной работы по схемотехнике студенты должны спроектировать цифровое устройство и собрать его схемотехническую модель из базовых элементов, представленных на стенде. Набор схемы осуществляется путем коммутации специально выведенных контактов внешними соединительными линиями («перемычками»). После окончания набора схемы она исследуется путем задания определенных входных воздействий и наблюдения за состоянием выходов интересующих элементов на встроенных средствах индикации и измерительных приборах.

Неправильное функционирование схемы обусловлено ошибками в сборке, что возникает, как это обычно бывает в схемотехнике, вследствие установки ошибочных или отсутствия необходимых соединений. Проверка правильности коммутации выполняется преподавателем в процессе визуального осмотра стенда, что требует повышенной внимательности, не исключает ошибок (один стенд требует установки примерно 15–20 коммутационных соединений («перемычек»), а преподаватель для каждого эксперимента должен последовательно проверить порядка 10–15 стендов) и сокращает эффективное учебное время. Например, как показали наши оценки, для группы в 30 человек более трети времени учебного занятия уходит на указанную проверку и последующую коррекцию.

В связи с этим использование разработанной программы во время проведения лабораторной работы позволяет:

- значительно уменьшить время проверки (информация о коммутации считывается со стенда, сравнивается с заранее подготовленным шаблоном и индицирует несовпадения, что занимает несколько секунд);
- точно указать неправильные соединения (лишние или отсутствующие) с детализацией номеров контактов, что существенно ускоряет процедуру коррекции и повторной проверки;
- полностью исключить ошибки визуальной проверки.

Разработка системы дистанционного контроля лабораторных стендов возможна вследствие наличия у них дополнительных интеллектуальных возможностей по сбору и промежуточному хранению информации обо всех внешних соединениях, выполненных между выведенными контактами, текущем логическом состоянии наиболее важных входов и выходов элементов стенда, а также поддержке коммуникационного протокола по обмену собранной информацией с управляющим устройством.

Для поддержки коммуникационного протокола используется стандарт MODBUS, реализованный поверх стандартного интерфейса RS-485 (рис. 1, а). Терминальная программа, реализованная в микроконтроллере стенда, позволяет в режиме полудуплекса по установленному адресу получить интересующую информацию с компьютера. Взаимодействие с компьютером осуществляется через специальное оборудование – универсальный конвертор интерфейсов RS232-RS485 Micont-MCR-485 (рис. 1, б). Программное обеспечение (ПО) микроконтроллеров и сервисных программ настройки было разработано и внедрено изготовителем стендов – группой компаний «ИВС» (г. Пермь).

В настоящий момент разработано и находится в режиме апробации и внедрения ПО автоматизированной системы дистанционного управления и контроля лабораторных стендов. Оно имеет в своем составе следующие основные модули:

- графический интерфейс пользователя, позволяющий добавлять, удалять и редактировать объекты, отображающие внешние контакты и соединения стенда;

- графический интерфейс, позволяющий отображать фотографию лабораторного стенда и размещать на ней графические объекты;
- функции сохранения и загрузки шаблона;
- программный интерфейс взаимодействия с микроконтроллером лабораторного стенда.

Для повышения эффективности контроля правильности конфигурирования лабораторного стенда программа предусматривает не только считывание информации о соединениях из микроконтроллера, но и загрузку данных из файла. Таким образом, создав заранее шаблоны для различных устройств, преподаватель может быстро оценить правильность сборки стенда и выявить лишние или отсутствующие связи (рис. 2).

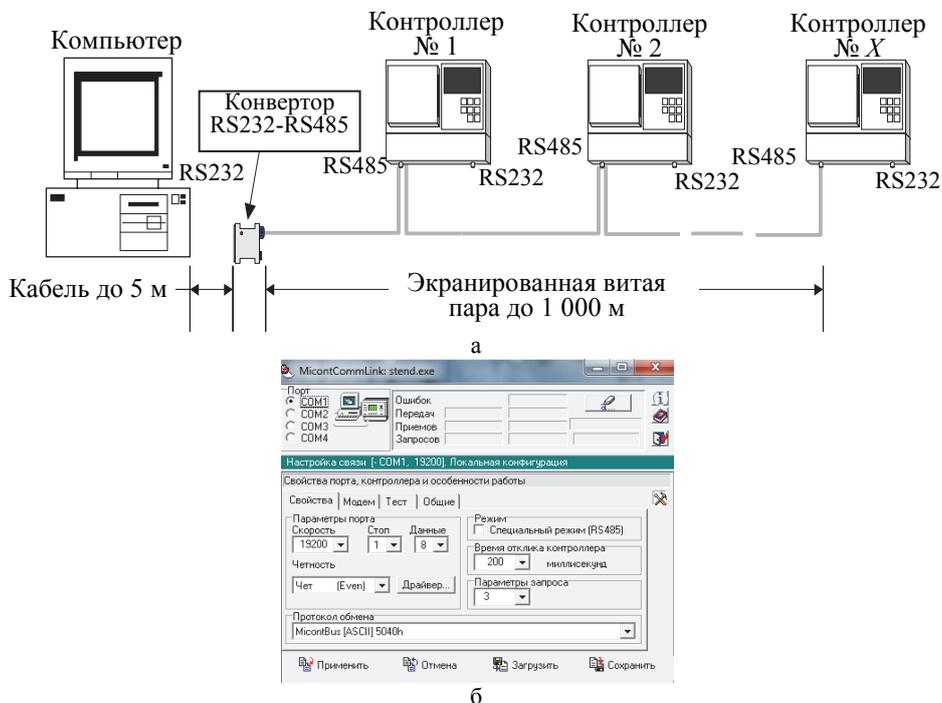


Рис. 1. Организация взаимодействия между компьютером и контролерами стендов через конвертор интерфейсов: общая схема (а); приложение для управления сетевыми параметрами стенда (б)

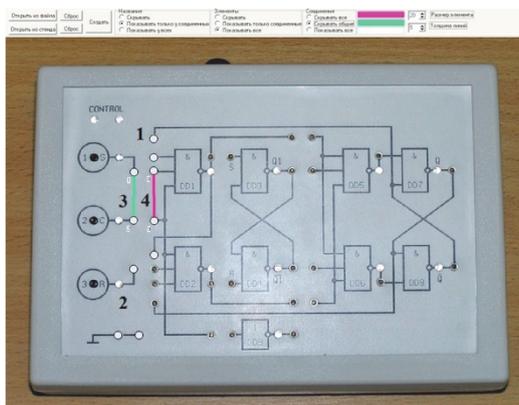


Рис. 2. Главное окно программного обеспечения автоматизированной системы: 1 – «контакт»; 2 – «индикатор»; 3 – «лишнее соединение»; 4 – «отсутствующее соединение»

Для индикации результатов работы программа, кроме объекта «контакт», имеет в своем составе объекты типа «индикатор», которые аналогичны соответствующим объектам (светодиодам) в реальном стенде (виртуальный объект можно настроить под один из видов – «контакт» или «индикатор»). Они установлены на выходах логических элементов и позволяют отобразить их текущее состояние («0» или «1»). Считав состояние всех элементов стенда (через переменную матрицы состояний), программа формирует соответствующие значения у объектов «индикатор». Таким образом, можно последовательно во времени проверить работу собранного устройства (счетчика, регистра, сумматора или более сложного устройства) и подтвердить правильность сборки и функционирования схемы.

Для повышения эффективности и автоматизации лабораторные стенды подключаются в локальную сеть, реализованную с использованием стека протоколов RS-485/MODBUS. Для контроля правильности настройки заданной схемы преподаватель опрашивает каждый из стендов, выявляет несоответствия и формирует список корректирующих действий. Это значительно ускоряет и повышает эффективность выполнения лабораторных работ, поскольку уменьшается время рутинных процедур конфигурирования стенда, а большее время отводится на исследование (построение графиков, таблиц переходов/выходов).

Взаимодействие ПО верхнего уровня системы с ПО микроконтроллеров в составе лабораторных стендов осуществляется через специальную программу (библиотеку), предоставленную разработчиками стендов. ПО верхнего уровня разработано в виде графического Windows-приложения в среде разработки Borland Delphi 2007 for Win32 Enterprise. По разработанному ПО подана заявка на регистрацию программы для ЭВМ.

Применение разработанного ПО позволило повысить эффективность и результативность проведения комплекса лабораторных работ по изучению цифровой схемотехники за счет следующих факторов:

- ускорение проверки правильности сборки заданной схемы на лабораторном стенде (для одного стенда – несколько секунд по сравнению с несколькими десятками секунд–единицами минут при визуальном осмотре);
- отсутствие ошибок при проверке (при визуальной проверке присутствует вероятность ошибки преподавателя);
- повышение точности локализации ошибок за счет использования шаблонов;
- дистанционный контроль правильности сборки и работы схемы с рабочего места преподавателя;
- применение при защите лабораторных работ и практической части курсовых проектов;
- возможность использования для самопроверки студентами в рамках самостоятельной работы.

Основным количественным результатом внедрения программного комплекса можно отметить следующее: время готовности учебной группы, использующей 10–15 стендов, к проведению исследовательской части одного эксперимента (конфигурирования, коррекции и проверки) сократилось в среднем от 15–20 минут до 3–5 минут. Это позволило расширить исследовательскую часть эксперимента, а также ввести новые эксперименты в рамках существующего лабораторного практикума.

В настоящий момент разработанная система позволяет автоматизировать процедуру контроля и защиты для учебно-исследовательских практикумов по 4 дисциплинам: «Физические основы микроэлектроники», «Схемотехника», «Электроника», «Электропитание устройств и систем» образовательных программ подготовки бакалавров по направлениям «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», «Управление в технических системах», «Информационная безопасность», а также по другим техническим направлениям, реализуемых в Пермском национальном исследовательском политехническом университете.

Литература

1. Васильев В.Н., Лисицына Л.С. Планирование и оценивание ожидаемых результатов освоения компетенций ФГОС ВПО // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2013. № 2 (84). С. 142–148.
2. Patil A., Gray P. Engineering Education Quality Assurance: A Global Perspective. Springer, 2009. 316 p. doi: 10.1007/978-1-4419-0555-0
3. Алексанков А.М., Магер В.Е., Черненко Л.В. Управление качеством как основа реформирования российских университетов // Стандарты и качество. 2016. № 4. С. 91–94.
4. Rodrigues F., Oliveira P. A system for formative assessment and monitoring of students' progress // Computers and Education. 2014. V. 76. P. 30–41. doi: 10.1016/j.compedu.2014.03.001
5. Коршунов Г.И., Фрейман В.И. Модели и методы оценки соответствия показателей качества продукции и результативности подготовки специалистов // Фундаментальные исследования. 2015. № 12-6. С. 1116–1120.
6. Васильев В.Н., Лисицына Л.С., Шехонин А.А. Концептуальная модель для извлечения результатов обучения из избыточного содержания образования // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО. 2010. № 4 (68). С. 104–108.
7. Фрейман В.И., Кон Е.Л., Южаков А.А. Подход к разработке образовательных программ подготовки магистров // Образовательные ресурсы и технологии. 2014. № 2 (5). С. 29–34.
8. Wakimoto D., Lewis R. Graduate student perceptions of eportfolios: uses for reflection, development, and assessment //

References

1. Vasilev V.N., Lisitsyna L.S. Planning and estimation of expected competences learning outcomes for FSES HPE. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 2013, no. 2, pp. 142–148. (in Russian)
2. Patil A., Gray P. *Engineering Education Quality Assurance: A Global Perspective*. Springer, 2009, 316 p. doi: 10.1007/978-1-4419-0555-0
3. Aleksankov A.M., Mager V.E., Chernen'kaya L.V. Quality management as a basis for the reform of Russian universities. *Standards and Quality*, 2016, no. 4, pp. 91–94. (In Russian)
4. Rodrigues F., Oliveira P. A system for formative assessment and monitoring of students' progress. *Computers and Education*, 2014, vol. 76, pp. 30–41. doi: 10.1016/j.compedu.2014.03.001
5. Korshunov G.I., Freyman V.I. Models and methods of equivalent estimation of production quality indicators and specialists training productivity. *Fundamental Research*, 2015, no. 12-6, pp. 1116–1120. (In Russian)
6. Vasilev V.N., Lisitsyna L.S., Shehonin A.A. Conceptual model for the extraction of learning outcomes from the excessive education content. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 2010, no. 4, pp. 104–108. (in Russian)
7. Freyman V.I., Kon E.L., Yuzhakov A.A. The approach to masters preparing educational program designing. *Journal Educational Resources and Technologies*, 2014, no. 2, pp. 29–34. (In Russian)
8. Wakimoto D., Lewis R. Graduate student perceptions of eportfolios: uses for reflection, development, and assessment.

- Internet and Higher Education. 2014. V. 21. P. 53–58. doi: 10.1016/j.iheduc.2014.01.002
9. Файзрахманов Р.А., Полевщиков И.С. Моделирование процесса автоматизированного управления формированием профессиональных навыков оператора производственной системы // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2016. Т. 16. № 1. С. 181–190. doi: 10.17586/2226-1494-2016-16-1-181-190
 10. Кон Е.Л., Фрейман В.И., Южаков А.А. Разработка и исследование подходов к управлению, контролю и оцениванию качества реализации компетентностно-ориентированных образовательных программ // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2015. № 3. С. 356–372.
 11. Кон Е.Л., Фрейман В.И., Южаков А.А. Новые подходы к подготовке специалистов в области инфокоммуникаций // Вестник ПГТУ. Серия: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2015. № 1 (25). С. 73–89.
 12. Волкова В.Н., Козлов В.Н., Горелова Г.В. и др. Моделирование систем и процессов: учебник. М.: Юрайт, 2014. 592 с.
 9. Fayzrakhmanov R.A., Polevshchikov I.S. Automated control simulation of professional skills formation for production system operator. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 2016, vol. 16, no. 1, pp. 181–190. (In Russian) doi: 10.17586/2226-1494-2016-16-1-181-190
 10. Kon E.L., Freyman V.I., Yuzhakov A.A. Development and research approaches to managing, monitoring and evaluating the quality of the implementation of the competence-oriented education programs. *Nauka i Obrazovanie: Nauchnoe Izdanie MSTU*, 2015, no. 3, pp. 356–372. (In Russian)
 11. Kon E.L., Freyman V.I., Yuzhakov A.A. New approaches to preparing of specialists in infocommunications. *Vestnik of Volga State University of Technology. Series "Radio Engineering and Infocommunication Systems"*, 2015, no. 1, pp. 73–89. (In Russian)
 12. Volkova V.N., Kozlov V.N., Gorelova G.V. et. al. *Modelirovanie Sistem i Protessov* [Modelling of Systems and Processes]. Moscow, Yurait Publ., 2014, 592 p.

Авторы

Фрейман Владимир Исаакович – кандидат технических наук, доцент, профессор, заместитель заведующего кафедрой, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, 614990, Российская Федерация, vfrey@mail.ru

Authors

Vladimir I. Freyman – PhD, Associate professor, Professor, Deputy Head of Chair, Perm National Research Polytechnic University, Perm, 614990, Russian Federation, vfrey@mail.ru