

Организация и методика проведения дистанционных лабораторных работ по общепрофессиональным техническим дисциплинам

Статья посвящена актуальной теме – применение дистанционных технологий в инженерном образовании при проведении лабораторных экспериментов. Рассмотрена роль дистанционного учебного эксперимента в современном инженерном образовании. Приводится описание системы дистанционного управления реальными экспериментами, а также методика проведения дистанционных лабораторных работ. Проведен анализ эффективности проведения лабораторных работ в дистанционной форме.

Ключевые слова: дистанционный эксперимент, дистанционное инженерное образование, методика проведения удаленного эксперимента.

ORGANIZATION AND METHOD FOR THE REMOTE LABORATORY WORK OF GENERAL TECHNICAL DISCIPLINE

The article is devoted to the important problem – use of distant technologies in engineering education in the laboratory experiments. The role of distant experiment in the modern engineering education is discussed. The authors consider structure of the distant system to real experiments control and the method of realization distant laboratory work in the educational process. The analysis of distant laboratory work effectiveness is discussed.

Keywords: remote experiment, distant engineering education, method of realization distant laboratory work.

Введение

Дистанционное обучение является одной из форм подготовки современных специалистов в рамках получения высшего, второго высшего образования, повышения квалификации и переподготовки. Роль дистанционного образования в связи с развитием информационных и телекоммуникационных технологий постоянно возрастает. Достоинствами такой формы обучения являются простота доступа к учебному материалу, возможность обучения в удобное время и независимо от места проживания, доступность для всех лиц, независимо от занятости на работе, состояния здоровья и т.п. [1, 2].

Первые программы дистанционного обучения начинались с гуманитарных дисциплин. Дис-

танционное образование применительно к естественно-научным и техническим дисциплинам ограничивалось элементами дистанционных образовательных технологий. Серьезное ограничение внедрения дистанционного обучения в технические специальности – это невозможность проведения дистанционных лабораторных работ на базе традиционных технологий обучения и морально устаревшего приборного парка.

Современный уровень развития информационных технологий открывает самые широкие перспективы и возможности для изучения явлений, протекающих в технических устройствах и системах. Эти явления можно моделировать в различных компьютерных средах или изучать процессы, протекающие в реальных устройствах и систе-

мах, с помощью соответствующего аппаратного и программного обеспечения. Разумное сочетание традиционных лабораторных работ и работ, выполняемых с помощью дистанционных технологий, является приоритетным направлением совершенствования инженерного образования [3, 4].

1. Аппаратно-программное обеспечение дистанционного практикума по общетехническим дисциплинам

Для обеспечения дистанционного образования в КНИТУ-КАИ был разработан дистанционный лабораторный практикум, в который вошли следующие работы [5]:

1. «Законы Ома и Кирхгофа в резистивных цепях» – измерение



Альфия Шаухатовна Салахова,
старший преподаватель кафедры
радиоэлектроники и информационно
измерительной техники
Тел.: (843) 238-94-16
Эл. почта: salakhova@riit.kstu-kai.ru
Казанский национальный
исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ
www.kai.ru

Alfiya Sh. Salakhova,
senior lecturer, the Department of Radio
electronics and information measurement
technique
Tel.: (843) 238-94-16
E-mail: salakhova@riit.kstu-kai.ru
Kazan national research technical
university named after A.N. Tupolev
www.kai.ru

токов и напряжений в резистивных цепях, проверка законов Ома и Кирхгофа;

2. «Исследование частотных характеристик цепей первого порядка» – измерение частотных характеристик пассивных цепей;

3. «Исследование частотных характеристик активных фильтров» – измерение частотных характеристик активных цепей;

4. «Исследование переходных характеристик линейных цепей» – измерение переходных характеристик пассивных цепей;

5. «Прохождение детерминированных сигналов через линейные цепи» – изучение спектрального метода анализа передачи детерминированных сигналов через линейные цепи и особенностей прохождения управляющих детерминированных сигналов через типовые радиотехнические цепи;

6. «Прохождение модулированных сигналов через цепи» – исследование искажений амплитудно-модулированных сигналов с огибающей различных форм при прохождении через однокаскадный избирательный усилитель;

7. «Амплитудная модуляция» – изучение принципов формирования АМ-сигналов и процессов,

происходящих в амплитудном модуляторе;

8. «Детектирование амплитудно-модулированных колебаний» – исследование процессов, происходящих при детектировании амплитудно-модулированных колебаний;

9. «Исследование полупроводниковых диодов» – исследование вольт-амперных характеристик полупроводниковых диодов различного типа и назначения;

10. «Исследование биполярных транзисторов» – исследование вольт-амперных характеристик биполярных транзисторов различного типа и назначения;

11. «Исследование линейных устройств на операционном усилителе» – исследование усилительных устройств на операционном усилителе и их характеристик;

12. «Исследование компараторов напряжения на основе операционного усилителя» – исследование принципа работы и характеристик компараторов на основе операционных усилителей.

При создании дистанционных лабораторных практикумов по техническим дисциплинам к автоматизированной лабораторной установке предъявляются особые

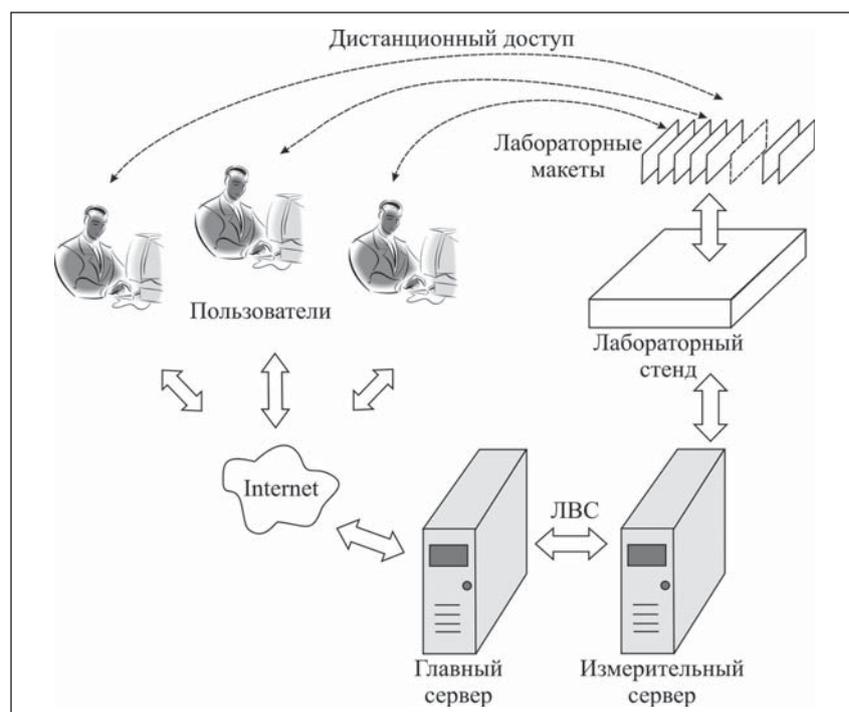


Рис. 1. Принцип работы системы дистанционных автоматизированных учебных лабораторий



Владимир Алексеевич Козлов,
доцент кафедры радиоэлектроники
и информационно измерительной
техники
Тел.: (843) 238-94-16
Эл. почта: kozlov@riit.kstu-kai.ru
Казанский национальный
исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ
www.kai.ru

Vladimir A. Kozlov,
associate Professor, the Department
of Radio electronics and information
measurement technique
Tel.: (843) 238-94-16
E-mail: kozlov@riit.kstu-kai.ru
Kazan national research technical
university named after A.N. Tupolev
www.kai.ru

требования по надежности функционирования. При этом учитывается специфика выполнения дистанционных лабораторных работ: многопользовательский режим работы; выполнение измерений с разделением времени; возможность дублирования лабораторных установок для увеличения пропускной способности системы.

Для дистанционного доступа и управления лабораторными экспериментами через телекоммуникационные сети используется система дистанционного управления [5], созданная в Центре дистанционных автоматизированных учебных лабораторий КНИТУ-КАИ. Система (рис. 1) включает в себя удаленных пользователей (клиентов), главный сервер и дистанционные лаборатории, состоящие из измерительного сервера, лабораторного стенда и лабораторных макетов.

Для реализации лабораторного практикума была выбрана аппаратная платформа NI ELVIS II [6]. Образовательная платформа для проектирования и создания прототипов NI ELVIS выполнена на базе среды графической разработки NI LabVIEW. Отличительной чертой NI ELVIS II является новый дизайн и комплект из 12 наиболее часто приборов: осциллограф, цифровой мультиметр, генератор стандартных функций, регулируемый блок питания, анализатор Бода, генератор произвольных сигналов, анализатор динамических сигналов, анализатор тока/напряжения. Платформа NI ELVIS II подключается к ПК посредством высокоскоростного USB-интерфейса.

2. Внедрение системы дистанционного управления экспериментом в учебный процесс

Внедрение системы дистанционного управления экспериментом [2] в учебный процесс на кафедре радиоэлектроники и информационно-измерительной техники (РИИТ) КНИТУ-КАИ началось с создания в 2006 г. первого варианта системы дистанционных автоматизированных учебных лабораторий [5]. Однако отсутствие опыта эксплуатации и создания таких систем, а также недостаток статистической информации о задержках и предельных эксплуатационных характеристик не позволяли полностью развернуть систему и обеспечить постоянный свободный доступ к ней из любой географической точки.

Поэтому реальное использование системы в учебном процессе началось только в 2009 г., когда были устранены многие технические проблемы, присущие первоначальному варианту системы. В этот период работы выполнялись студентами в основном через локальную сеть и функционировала только одна лаборатория «Электроника», состоящая из 4 лабораторных работ. В это время началась фиксация данных об обращении пользователей к системе, на основе которых получена зависимость количества пользователей, осуществлявших доступ к системе, от времени ее эксплуатации с 2009 по 2013 г. (рис. 2).

Как видно из рис. 2, после запуска системы не наблюдалось роста количества пользователей в течение полутора лет, что связано с запуском и отладкой системы. По истечении

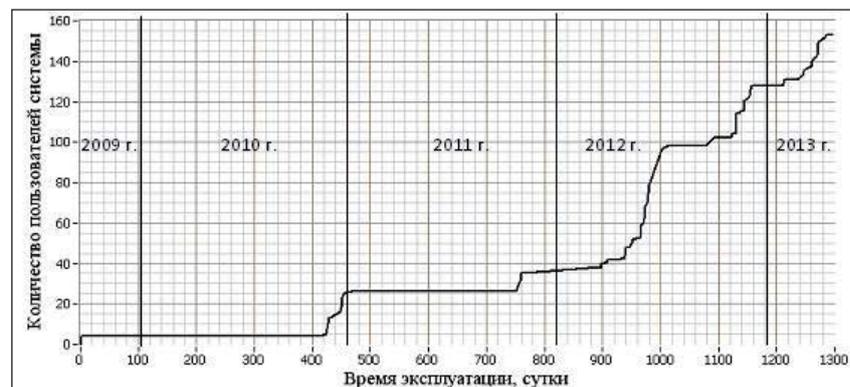


Рис. 2. Рост количества пользователей от времени эксплуатации системы

этого периода система начала активно внедряться в учебный процесс. В это время в основном ею пользовались студенты кафедры РИИТ. Дальнейший резкий рост количества пользователей наблюдался через год, когда лабораторией начали пользоваться студенты младшего курса.

В это время были дополнительно открыты лаборатории по трем курсам: «Основы теории цепей», «Радиотехнические цепи и сигналы» и «Электротехника», что привело к увеличению количества пользователей в несколько раз в течение следующего семестра. При этом следует отметить, что в этом случае появление новых пользователей наблюдалось в течение всего семестра, что связано как с увеличением числа студентов, так и повышением доступности лаборатории. В это время лабораторные работы стали доступны по сети Интернет, но не в круглосуточном режиме. Дальнейшая эксплуатация также показывает некоторую периодичность процесса увеличения количества пользователей с периодом полгода, обусловленным семестровой системой обучения. Однако дальнейший рост становится еще более плавным из-за обеспечения круглосуточного доступа пользователей к лабораторным стендам из любой географической точки по сети Интернет, автоматической регистрации, а также внедрения системы в учебном процессе филиалов КНИТУ-КАИ.

Активность пользователей системы дистанционных лабораторий непрерывно возрастает, на данный момент в системе осуществляли работу около 250 пользователей, причем за последний год количество пользователей увеличилось более чем в 3 раза. Это обуславливает необходимость дальнейшего развития системы дистанционных автоматизированных учебных лабораторий.

3. Методика проведения дистанционных лабораторных работ по общепрофессиональным техническим дисциплинам

Процесс выполнения дистанционных лабораторных работ схематично представлен на рис. 3.

Перед выполнением лабораторной работы для получения доступа к системе дистанционного управления каждый удаленный пользователь проходит регистрацию. Важным элементом методики является компьютерное тестирование, которое студент проходит непосредственно до выполнения эксперимента. После успешного прохождения тестирования студент допускается к выполнению дистанционной работы.

Выполнение дистанционной работы возможно в двух вариантах:

- в режиме моделирования – студент работает с компьютерной моделью лабораторного стенда;
- в режиме реальных измерений – студент работает с реальным лабораторным стендом.

Режим моделирования позволяет пользователю подготовиться к работе с реальным оборудованием или может использоваться для сравнения результатов моделирования с результатами реальных измерений.

Отчет по выполненной работе, а также проверка знаний студента осуществляется преподавателем в учебной лаборатории.

Для идентификации студента, выполняющего лабораторную работу, а также для контроля правильности и корректности выполнения заданий была создана программа Student_monitor. Данная программа разработана в программной среде LabVIEW и ее рабочее окно приведено на рис. 4.

Система мониторинга позволяет вести учет статистики и хроно-

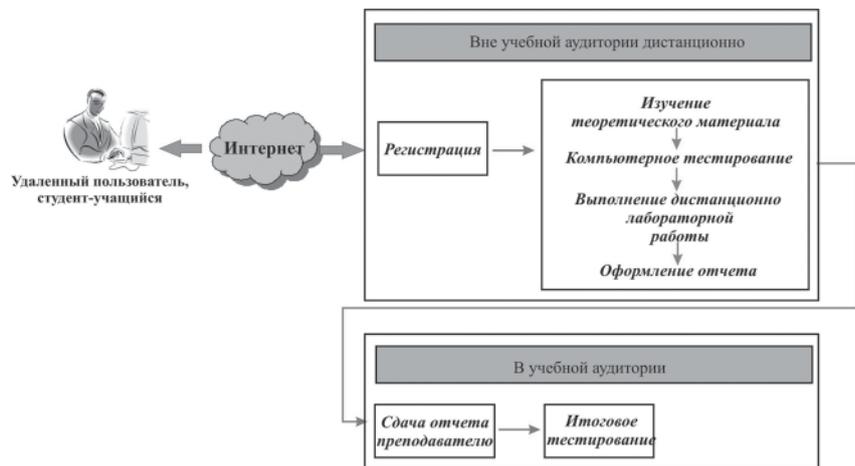


Рис. 3. Методика выполнения дистанционных лабораторных работ

Логин	Ф.И.О.	№ группы	№ Л.Р.	Дата	Продолж.	Г	О	П
Kirсанov	Кирсанов А.Ю.	5201	501	15.03.2013	0,100	14%/1	0%/0	86%/6
Kirсанov	Кирсанов А.Ю.	5201	503	15.03.2013	73,000	100%/8	0%/0	0%/0
Petrovskaja	Петровская М.В.	4213	415	31.07.2009	0,000	0%/0	0%/0	100%/1
salahova	Салахова А.Ш.	5201	503	15.03.2013	0,000	100%/2	0%/0	0%/0

Рис. 4. Рабочее окно системы мониторинга Student_monitor выполнения дистанционных лабораторных работ

метраж работы каждого студента, а также осуществлять анализ качества выполнения практической части с детализацией в хронологическом порядке последовательности эксперимента, задаваемых исходных данных и оценку их корректности. Удобство такой системы состоит в том, что преподаватель оперативно проводит анализ по каждой выполненной работе и оценивает процент грубых ошибок (Г), незначительных ошибок (О) и правильно выполненных заданий (П).

4. Достоинства и недостатки выполнения лабораторных работ дистанционным способом

В рамках данной работы для определения достоинств и недостатков методики проведения лабораторных работ по дистанционной схеме было проведено анкетирование студентов. В анкетировании были задействованы две группы второго и третьего курсов с общим числом студентов N = 60.

Группа второго курса выполняла работы по курсу «Основы теории цепей», группа третьего курса – по дисциплине «Радиотехнические цепи и сигналы». Группы были выбраны

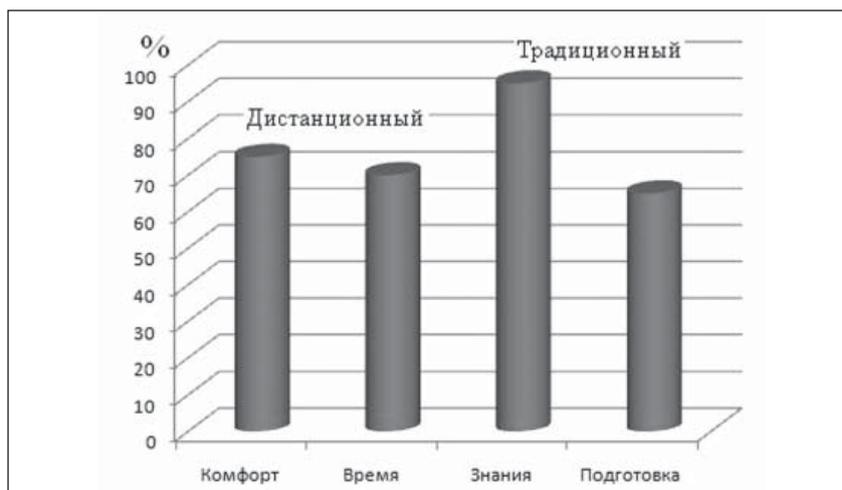


Рис. 5. Гистограммы оценки достоинств различных форм проведения лабораторных работ

исходя из того, что студенты в них выполнили минимум по две работы в дистанционной форме, что позволило им познакомиться с дистанционным практикумом и дать обоснованный отзыв о его достоинствах и недостатках. Форма анкеты, предложенная студентам, приведена в табл.

Анализ ответов показал, что большинство студентов (более 85%) не имели опыта выполнения лабораторных работ в дистанционной форме.

Отвечая на вопросы анкеты, студенты обоих курсов отметили, что

дистанционный вариант лучше в отношении комфортности условий выполнения работы (75%), общих затрат времени на выполнение работы (70%), традиционный вариант лучше в отношении качества получаемых знаний (95%) и подготовки к проведению последующих аттестаций (65%). Результаты в виде гистограмм представлены на рис. 5.

Мнения студентов различных курсов о простоте выполнения работы разделились. Так, более 75% студентов третьего курса считают, что дистанционный способ лучше,

1. Имели ли вы до нынешнего учебного года опыт выполнения лабораторных работ в дистанционной форме? – да; – нет.		
2. Какой из двух вариантов выполнения лабораторных работ (традиционный или дистанционный) является для вас предпочтительным с точки зрения:		
Критерий	Традиционный	Дистанционный
Простота выполнения работы		
Комфортность условий выполнения работы		
Затраты времени на проведение эксперимента		
Общие затраты времени (предварительный опрос, выполнение работы, оформление отчета, итоговый опрос)		
Качество получаемых знаний		
Подготовка к проведению дальнейших аттестаций		
По каким еще критериям тот или иной вариант лучше?		
3. В каком случае вы выбрали бы дистанционный вариант выполнения работы? – в любом случае; – в случае наличия задолженностей по лабораторным работам; – для получения более высокой оценки по работе; – ни в каком случае.		
4. Нужно ли для всех лабораторных работ иметь дистанционный вариант? – да; – нет.		
5. Нужно ли предварительное занятие по ознакомлению с дистанционным вариантом выполнения работ? – да; – нет.		
6. Какие недостатки вы видите в существующей организации и методике дистанционного варианта выполнения лабораторных работ?		
7. Что нужно сделать в плане организации и методики выполнения дистанционных лабораторных работ, чтобы сделать этот вариант выполнения более привлекательным?		

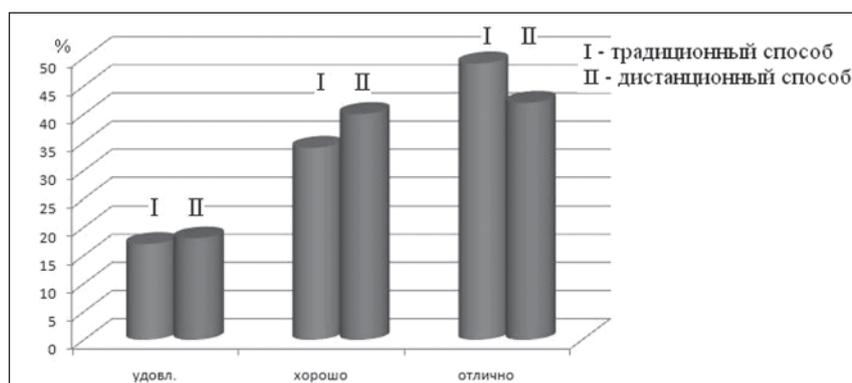


Рис. 6. Процент удовлетворительных, хороших и отличных оценок при выполнении лабораторных работ традиционным и дистанционным способами

а студентам второго курса проще выполнять работу традиционным способом. Это вероятно связано с лучшей подготовкой студентов старших курсов к самостоятельной индивидуальной работе.

Для оценки знаний, освоенных студентами в ходе выполнения лабораторных работ, также были обработаны результаты тестирования, которое студенты проходили непосредственно после выполнения лабораторной работы. Для этого студенты были поделены на 2 группы: 1) студенты, выполнявшие работы традиционным способом; 2) студенты, выполнявшие работы дистанционно. Обе группы студентов были поставлены в одинаковые условия: каждой группе студентов было выделено одинаковое время (30 минут), количество вопросов по каждой лабораторной работе варьировалось от 30 до 50, всем студентам были предоставлены одина-

ковые методические материалы для подготовки к тестированию. Общее число студентов, участвовавших в тестировании, составило 60 человек. Процент удовлетворительных, хороших и отличных оценок, полученных студентами в ходе тестирования, представлен на рис. 6.

Как видно из рис. 6, дистанционный способ выполнения лабораторных работ не уступает в плане усвоения теоретического материала традиционному методу.

Однако для повышения качества лабораторных работ в дистанционной форме, необходимо совершенствовать инструкции к лабораторным работам, расширять перечень дистанционных работ, использовать дистанционный способ проведения лабораторных работ уже с младших курсов для ознакомления студентов с современными компьютерными и информационными технологиями.

Заключение

Внедрение дистанционных технологий в образовательный процесс по техническим дисциплинам позволяет модернизировать устаревшую измерительную лабораторную базу и повысить функциональность и качество лабораторных практикумов, предоставить доступ к реальному оборудованию из любой географической точки, а также обеспечить доступ к оборудованию других вузов и промышленных предприятий.

В статье представлена система дистанционного управления, которая активно внедряется в Казанском национальном исследовательском техническом университете им. А.Н. Туполева – КАИ и в его филиалах.

Оценка достоинств и недостатков дистанционных лабораторных работ показала, что методика дистанционного способа требует небольшого усовершенствования в плане методического обеспечения, расширения количества работ по разнообразным курсам, внедрения дистанционного способа с младших курсов и т.д.

Усовершенствование и доработка методики проведения дистанционных лабораторных работ позволит не только улучшить качество самих работ, но и повысить качество обучения и уровень усваиваемых теоретических знаний за счет индивидуализации обучения и больших технических возможностей.

Литература

1. Евдокимов Ю.К., Линдваль В.Р., Щербаков Г.И. LabVIEW для радиоинженера: от виртуальной модели до реального прибора. Практическое руководство для работы в программной среде LabVIEW. – М.: ДМК Пресс, 2007. – 400 с.
2. Салахова А.Ш., Евдокимов Ю.К., Кирсанов А.Ю. Дистанционные автоматизированные учебные лаборатории и технологии дистанционного учебного эксперимента в техническом вузе // Открытое образование. – 2009. – № 5. – С. 101–116.
3. Салахова А.Ш., Евдокимов Ю.К. Экспериментальное исследование и имитационная модель динамики системы дистанционного управления экспериментом в многопользовательском режиме // Нелинейный мир. – 2011. – Т. 9. – № 8. – С. 507–515.
4. Евдокимов Ю.К., Насырова Р.Г., Погодин Д.В., Кирсанов А.Ю., Салахова А.Ш., Насыров Р.И. Инновационный подход к проведению производственной практики студентов инженерных специальностей на основе технологии виртуальных приборов и мультимедиа // Открытое образование. – 2010. – № 6 (83). – С. 35–39.
5. Евдокимов Ю.К., Кирсанов А.Ю., Трибунских А.В. Автоматизированная дистанционная лаборатория по курсу «Электроника»: алгоритмическое и аппаратное обеспечение, методическая поддержка // Сборник трудов Международной научно-практической конференции «Образовательные, научные и инженерные приложения в среде LabVIEW и технологии National Instruments». Москва, Россия. 18–19 ноября, 2005. – С. 31–38.
6. <http://www.ni.com> (дата обращения: 20.02.2014).