

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ТЕХНИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ

О.Г. Аврунин, О.Я. Крук, Т.В. Носова, В.В. Семенец

Principles for design of virtual laboratory works for technical disciplines are described. Technical aspects of development virtual laboratory works for technical disciplines are proposed.

В работе рассматриваются принципы разработки виртуальных лабораторных работ по техническим дисциплинам. Особое внимание уделено техническим аспектам постановки и проведения виртуального лабораторного практикума по дисциплинам, связанным с изучением микропроцессорной техники.

К проблеме дистанционного обучения в последнее время привлекается все большее внимание [1, 2]. При этом одним из важных направлений является постановка и организация проведения дистанционных лабораторных практикумов по техническим дисциплинам. Лабораторный практикум является важнейшим, базовым компонентом процесса обучения при подготовке инженерных кадров. Цели практикума во всех случаях примерно одинаковы – это помощь в усвоении теоретического материала, изучение экспериментальных методик и методов обработки измерений. Наконец, это знакомство с конкретными приборами, установками, электрическими схемами. При этом лабораторная работа – это не просто разглядывание установки и работы приборов, а активно выполняемая работа.

На сегодняшний день в учебном процессе применяются различные технологии проведения лабораторных работ. Наиболее распространенными из них являются метод натурального эксперимента и виртуальный лабораторный практикум.

При традиционном методе проведения лабораторных работ – на стандартных лабораторных стендах – студент проводит эксперимент на реальном оборудовании, имеет возможность увидеть, «почувствовать» данное оборудование. Получаемые в ходе выполнения данные имеют естественную физическую природу.

Важным является и тот факт, что применение традиционного лабораторного практикума не представляется возможным при дистанционной форме обучения.

Применение виртуального лабораторного практикума открыло дорогу для использования технологий дистанционного обучения при подготовке инженерных кадров, в особенности в условиях заочной формы обучения.

Сегодня применение виртуального лабораторного практикума стало неотъемлемой частью образовательного процесса при подготовке инженерных кадров. Вопросы разработки и применения виртуальных лабораторных работ широко освещены в научных статьях и публикациях [3-7].

Существует несколько подходов к созданию виртуальных лабораторных работ:

1. Виртуальный лабораторный практикум разрабатывается с применением различных языков программирования высокого уровня (Visual C, Visual Basic, Delphi и т.д.). Преимуществом данного подхода является максимальная конкретизация конечного продукта применительно к изучаемой дисциплине. Отрицательной стороной являются большая трудоемкость разработки программного продукта и «закрытость» полученного программного продукта.

2. Виртуальный лабораторный практикум разрабатывается с применением современных инструментальных средств (Labview, Demoshield, Stratum и т.д.). Это наиболее эффективный и перспективный подход, позволяющий в сжатые сроки разработать комплекс виртуальных

лабораторных работ. Оперативность разработки обусловлена наличием большого количества готовых средств для моделирования, интерфейсного и информационного наполнения.

3. Виртуальный лабораторный практикум разрабатывается с применением моделирующих программ (Electronics Workbench, MatLAB, MicroCAP, Multisim и т.д.). Сложность данного подхода заключается в проблематичности качественного интерфейсного оформления работ и в необходимости владения специализированными языками программирования.

В целом, использование для образовательных целей компьютерных телекоммуникационных технологий вызвало интерес к дистанционной форме обучения, среди достоинств которой можно назвать сочетание эффективности личностно-ориентированной модели обучения с возможностью получения образования независимо от местонахождения обучающегося и без отрыва от его основной профессиональной деятельности.

В настоящее время в мире действуют много образовательных учреждений, использующих дистанционные технологии обучения. Это свидетельствует о быстром росте спроса на образовательные услуги, предоставляемые учреждениями дистанционного обучения.

Однако анализ специальностей, которые можно получить в рамках дистанционного обучения, показывает, что это в основном специальности гуманитарного цикла. В преподавании естественнонаучных дисциплин дистанционными методами могут возникнуть (и уже зафиксированы) такие проблемы, с которыми преподавание гуманитарных дисциплин не сталкивается.

Основная проблема видится в различии способов подачи информации, преобладающих в системе естественнонаучного и гуманитарного образования.

В соответствии с одной из существующих концепций, информация воспринимается человеком, проходя следующие этапы. Сенсорно-моторный, символичный, логический и лингвистический. На первом этапе происходит чувственное восприятие информации, на втором – ее преобразование в образы, на третьем – ее осмысление, на четвертом – фиксирование в сознании через «слово-образ».

В преподавании гуманитарных дисциплин, как правило, учебная информация представляется лишь на лексическом уровне (с некоторым обращением к символическому этапу). Проблема дистанционной передачи такой информации не является особенно сложной задачей. В преподавании же естественнонаучных дисциплин всегда присутствовал сенсорно-моторный этап. В этом большую роль играют лабораторные практикумы и учебные эксперименты.

Учебный эксперимент является одним из важнейших методов обучения, источником знаний и средством наглядности одновременно. Он может использоваться в качестве введения к той или иной теме курса (мотивация), как иллюстрация к объяснению нового материала (восприятие и осмысление), как повторение или обобщение пройденного (интериоризация) или как контроль приобретенных знаний, умений, навыков, – т.е. на всех этапах процесса обучения.

Методически грамотно организованный эксперимент способствует как формированию практических умений, так и активизации теоретических знаний, полученных ранее. В процесс обучения вовлекаются различные каналы восприятия (слух, зрение, осязание, обоняние и т.д.). Это позволяет организовать полученную информацию как систему ярких образов и заложить ее в долговременную память.

С другой стороны, подготовка и проведение лабораторных работ являются довольно простым делом и требуют от преподавателя знания некоторых методических особенностей, в значительной степени зависящих от наличия тех или иных приборов и инструментов.

Таким образом, одной из основных проблем дистанционного преподавания предметов естественнонаучного цикла является отсутствие возможности реальной постановки учебного и лабораторного эксперимента.

В силу вышесказанного, проблемы лабораторного практикума на данный момент остаются неразрешенными.

В ХНУРЭ разработана технология дистанционного выполнения лабораторного практикума, использующая натурный эксперимент. Общая структурная схема системы дистанционного лабораторного практикума приведена на рис. 1. Основой системы является запатентованный способ дистанционного управления измерительными приборами, входящими в состав системы [8]. Вход в систему осуществляется из любой точки, подключенной к сети Интернет. С помощью специально разработанного программного обеспечения осуществляется настройка системы, а также выполняется мониторинг за ходом и результатами выполнения работы.

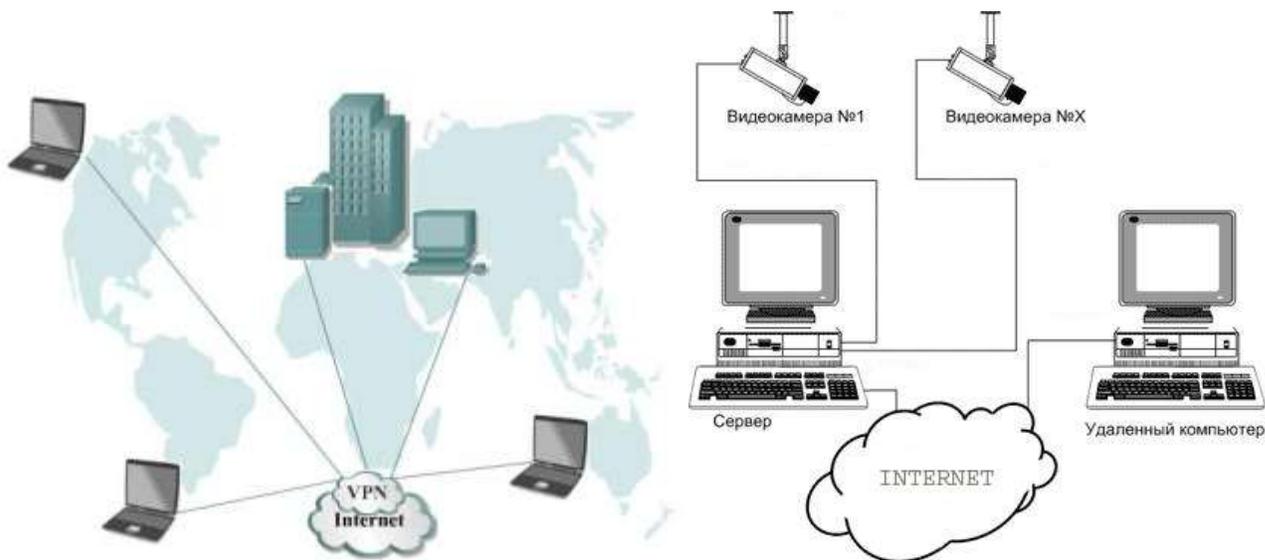


Рис. 1. Обобщенная структурная схема системы дистанционного лабораторного практикума

В основе системы лежит принцип дистанционного программирования микропроцессорных систем управления. За счет наличия цифровой видекамеры и блока имитации действий пользователя расширяются функциональные и дидактические характеристики существующих систем дистанционного образования, и обеспечивается дистанционное изучение и выполнение практических и лабораторных заданий по удаленному программированию и контролю параметров с помощью разработанного измерительного оборудования.

Для использования системы дистанционного образования разработан лабораторный практикум, состоящий из цикла работ, направленных на изучение и исследование принципов программирования микроконтроллеров, практической реализации взаимодействия с датчиками, организация работы с устройствами ввода/вывода информации и разработки интерфейсных устройств сопряжения. Меняя датчики, которые подсоединяются к лабораторным макетам или реальному оборудованию, и перепрограммируя микроконтроллерную систему, можно выполнять лабораторные работы практически по всем курсам инженерного профиля.

Имея такие технические характеристики, предлагаемые лабораторные макеты серии МЛ [9] могут применяться в различных отраслях жизнедеятельности человека. При наличии внешних датчиков приборы могут использоваться для разработки автоматизированных систем управления, систем контроля параметров и качества на производстве. При наличии специализированных медицинских датчиков макеты могут использоваться для измерения и отображения данных, характеризующих процессы жизнедеятельности человеческого организма.

Рассмотрим аппаратную часть системы дистанционного обучения.

В настоящее время электронные технологии прочно вошли в нашу жизнь. Практически не осталось областей, в которых не применялись бы устройства и системы с цифровым микропроцессорным управлением. Это и сложнейшие промышленные системы, медицинские устройства и комплексы, широчайший спектр бытовой техники и даже детские игрушки. Цены на микропроцессорную технику неуклонно падают. Так, ещё несколько лет назад микропроцессорные устройства и промышленные платы в зависимости от быстродействия и уровня сложности выполняемых функций стоили от 1000 до 5000 у.е. На сегодняшний день цены на данную продукцию упали практически на порядок, и эта тенденция во всем мире устойчива. Такая ситуация на рынке Hi-end технологий вызвала волну вопросов, связанных с подготовкой специалистов, в полной мере владеющих современными технологиями, основными методами проектирования, ориентирующихся в современной элементной базе и программном обеспечении, способных проводить разработку аппаратуры с микроконтроллерными системами управления, выполнять цифровую обработку сигналов, и проектировать устройства на основе передовых технологий. Для подготовки таких специалистов необходима современная лабораторная база, обладающая широчайшей функциональностью и большими возможностями при модернизации и модификации под конкретную специализацию. Идя навстречу многочисленным пожеланиям предприятий, заинтересованных в подготовке молодых специалистов, владеющих современными технологиями в Харьковском национальном университете радиоэлектроники на кафедре Биомедицинских электронных приборов и систем под руководством доктора технических наук, профессора Семенца В.В. разработан комплекс лабораторного оборудования, состоящий из 4-х лабораторных макетов и измерительного комплекса. Данные приборы могут быть использованы (и уже используются) в качестве лабораторной базы как для базовых дисциплин, связанных с изучением цифровой и микропроцессорной техники, так и в курсах специальных технических дисциплин, направленных на изучение принципов работы и разработку реальных устройств с микропроцессорным управлением. Разрабатываются принципы для реализации проведения дистанционных лабораторных работ. Основными дисциплинами, в которых уже используется данная лабораторная база являются: Цифровые устройства и микропроцессоры, Микропроцессорная техника, Схемотехническое проектирование микроэлектронных устройств, Автоматизация проектирования электронных устройств и систем, Проектирование специализированных устройств на микросхемах программируемой логики, Применение микропроцессорных систем в медицинской аппаратуре, Применение микропроцессорных систем в бытовой аппаратуре, Сопряжение микропроцессорных систем с внешними устройствами и т.д.

Кроме того, использование данной лабораторной базы позволяет перевести дипломное проектирование на качественно новый уровень, обеспечивая возможность создавать реальные дипломные проекты, выходом которых является не только пояснительная записка с теоретическим изложением материала, но и действующие устройства и макеты. Так, в 2006/2007 учебном году разработаны реальные дипломные проекты, в результате которых создан аппарат для терморинноманометрии (измерения параметров температуры, влажности и давления в верхних дыхательных путях) [10], устройство для диагностики желудочно-

кишечного тракта по данным электрогастрографии [11], микроконтроллерная система для комплексной диагностики опорно-двигательного аппарата, микроконтроллерная система для электрокардиографии высокого разрешения, связанные с необходимостью проектирования медицинских микроконтроллерных устройств. Проблема внедрения таких лабораторных макетов требует соответственной подготовки учебно-методических материалов (лекционных курсов, указаний к проведению практических занятий и лабораторных практикумов, а также мультимедийных курсов и электронных учебных пособий для заочного и дистанционного обучения). В связи с этим возникает необходимость организации подготовки преподавательского состава, курсов переподготовки и повышения квалификации специалистов, работающих в промышленности. Широкая потребность в специалистах данного профиля привела к разработке курсов переподготовки для Центра занятости, пилотный проект которых был реализован в 2005 году.

Рассмотрим более подробно разработанное лабораторное оборудование.

Лабораторный макет МЛ-1 для изучения микроконтроллерных систем управления позволяет создавать гибкие технические решения при разработке цифровых устройств со встроенными системами управления низкого и среднего уровней сложности и может применяться в широком спектре бытовых и медицинских приборов, охранных системах и т.д. В состав макета входят: наиболее распространенный в Украине широкофункциональный 8-ми разрядный микроконтроллер фирмы ATMEL AVR ATMEGA-128, блок 8-разрядной светодиодной индикации, программируемые пользователем клавиши и матричная клавиатура 4x3, дополнительные модули внешней памяти 32 Mbit Flash-RAM, DATA RAM 32К, 10-ти позиционный цифровой индикатор Holtek HT-10, монохромный графический дисплей 240x128 LCD EPSON, последовательный интерфейс RS-232, 12-разрядные модули АЦП и ЦАП, внешний разъем, позволяющий подключать нестандартные устройства, исполнительные механизмы и датчики. Программирование микроконтроллера выполняется через ISP- программатор, JTAGICE интерфейс с отладчиком. Внешний вид лабораторного макета приведен на рисунке 2.



Рис. 2. Внешний вид лабораторного макета МЛ-1

Лабораторный макет МЛ-2 предназначен для изучения принципов разработки цифровых устройств на основе микросхем программируемой логики. Данный макет применяется в дисциплинах, в которых изучается цифровая схемотехника и рассматриваются вопросы, связанные с разработкой законченных полнофункциональных цифровых приборов и систем высокой сложности, таких как аудио/видео процессоры, модули для цифровой обработки сигналов. В состав макета входят: ПЛИС (программируемая логическая интегральная схема)

типа FPGA фирмы Altera ACEX EP1K100QC208, работающая на тактовой частоте 50 МГц, вспомогательный микроконтроллер ATmega-128, дополнительный блок памяти размером 32 Мбайта Flash RAM, дисплей LCD EPSON 320x240, видео ЦАП 80 МГц, программируемые пользователем модули светодиодов, внешние выводы и клавиатура; поддерживает интерфейсы USB 2.0, RS-232 и PS/2. Выполняется поддержка нескольких режимов конфигурирования ПЛИС: загрузка при помощи USB интерфейса, загрузка при помощи Byte-Blaster, загрузка при помощи Flash RAM, загрузка при помощи микроконтроллера AVR. Внешний вид печатной платы лабораторного макета МЛ-2 приведен на рисунке 3.



Рис.3. Внешний вид печатной латы лабораторного макета МЛ-3

Лабораторный макет МЛ-3 предназначен для изучения архитектур высокопроизводительных ARM микроконтроллеров. В состав МЛ-3 входят: ARM микроконтроллер фирмы PHILIPS LPC-2106, работающий на частоте 50 МГц, LCD дисплей с разрешающей способностью 320x240, программируемые пользователем модули светодиодов, внешние выводы и клавиатура; поддерживает интерфейсы USB 2.0 и RS-232.

Выполняется поддержка нескольких режимов прошивки и отладки ARM микроконтроллера. Внешний вид печатной платы лабораторного макета МЛ-3 представлен на рисунке 4.

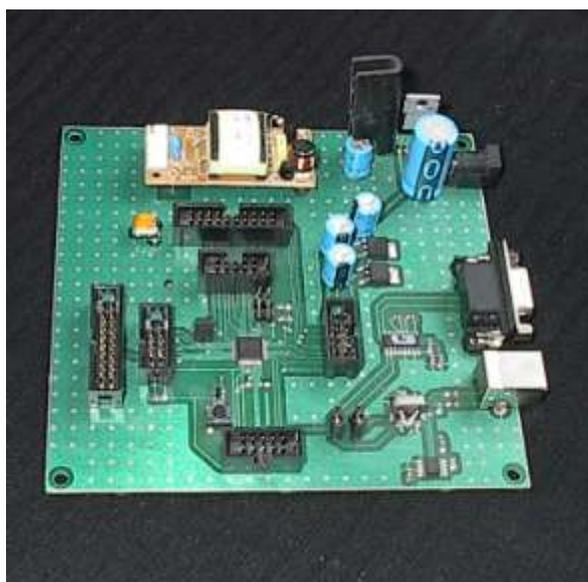


Рис. 4. Внешний вид печатной платы лабораторного макета МЛ-3

Лабораторный макет МЛ-4 предназначен для изучения принципов обработки сигналов с помощью сигнальных процессоров. Данный макет применяется в дисциплинах, в которых рассматриваются вопросы, связанные с цифровой обработкой сигналов. В состав МЛ-4 входят: сигнальный процессор ADSP-BF532 BlackfinB® Processor, блок динамической памяти 32 МБайт (16М x 16-bit) SDRAM, 2 МБайт (512К x 16-bit x 2) FLASH, AD1836 96 кГц аудио кодек, ADV7183 видео декодер, ADV7171 видео энкодер, ADM3202 для RS-232, USB 2.0, программируемые пользователем светодиоды и кнопки, программируемые пользователем выводы. Внешний вид печатной платы лабораторного макета МЛ-4 представлен на рисунке 5.



Рис. 5. Внешний вид печатной платы лабораторного макета МЛ-4

При проведении учебного процесса в системе среднего специального, технического и высшего образования, в научных подразделениях, НИИ, актуальным является модернизация лабораторного оборудования и измерительной техники. Существующая устаревшая техника не обеспечивает требования по точности и достоверности измерений, морально и физически устарела, многократно выработав свой ресурс. Зачастую в учебном процессе используются приборы, которые были изготовлены в 50-60 годах 20 столетия. Большая часть измерительных приборов не проходит метрологические испытания, и полученные с их помощью измерения содержат большую долю ошибок и погрешностей, соответственно требуют обновления и замены.

Профессиональная измерительная аппаратура, например, выпускаемая под маркой Testronics и Agilent, очень дорога и не приобретается даже крупными фирмами. В то же время появление новых микроконтроллеров с богатым набором периферии и поддержкой высокоскоростного канала обмена данными с компьютером, не требующих дополнительных источников питания, позволила создать компактное устройство, сочетающее в себе все выше перечисленные функции, по цене значительно более низкой по отношению к фирменным

аналогам. Исходя из вышеперечисленного, был разработан и изготовлен измерительный комплекс, который содержит в одном корпусе 10 измерительных приборов:

- двухканальный осциллограф, самописец;
- мультиметр, включающий в себя вольтметр, амперметр, частотометр, фазометр;
- функциональный генератор;
- логический анализатор;
- логический генератор;
- анализатор спектра,

что позволяет проводить полный цикл работ при наличии на рабочем месте одного такого прибора. Он имеет небольшие габаритные размеры и в несколько раз дешевле соответствующих зарубежных аналогов.

Согласно письма Образования и Науки Украины от 25.01.06 №1/9-42, разработанный измерительный комплекс ИК-1 рекомендован для применения в учебном процессе технических ВУЗов. Измерительный комплекс обеспечивает следующие режимы работы:

- 2-х канальный осциллограф;
- 2-х канальный спектр анализатор;
- 2-х канальный самописец;
- логический анализатор;
- мультиметр, включающий в себя вольтметр, амперметр, частотомер, фазометр;
- функциональный генератор.

На сегодняшний день существует два варианта исполнения измерительного комплекса. В первом случае это комплекс, ориентированный на работу с программным обеспечением, которое устанавливается на компьютер, во втором – независимый комплекс со своим ЖКИ дисплеем, полноценно функционирующий без компьютера. Внешний вид конструктивного исполнения показан на рисунке 6.



Рис. 6. Внешний вид конструктивного исполнения измерительного комплекса

В нашем университете в учебном процессе используются более 200 таких комплексов для следующих специальностей и направлений подготовки: информационные управляющие

системы и технологии; информационные технологии проектирования; компьютерные системы и сети; системное программирование; специализированные компьютерные системы; системы управления; микроэлектроника и полупроводниковые приборы; физическая и биомедицинская электроника; электронные приборы и системы; радиоэлектронные приборы, системы и комплексы; аппаратура радиосвязи и телевидения; электронная бытовая аппаратура; системы защиты информации; метрология и измерительная техника.

Данная аппаратура внедрена в учебный процесс следующих вузов Украины: Харьковский национальный политехнический университет «ХПИ»; Киевский университет экономики и технологии транспорта; Украинская государственная академия железнодорожного транспорта; Черкасский государственный технический университет; Ивано-Франковский национальный технический университет.

В завершение можно сделать вывод, что на основе принципа дистанционного программирования микроконтроллеров можно реализовывать курсы дистанционных лабораторных работ по изучению микропроцессорных систем управления различной степени сложности. Перспективами работы является совершенствование программно-аппаратной части для расширения функциональных и учебно-методических возможностей дистанционного лабораторного практикума.

Литература

1. Швец Ю.А. Организация научно-методической работы в ВУЗЕ с учетом требований дистанционной формы обучения // Сборник научных трудов 9-й Международной конференции Образование и виртуальность-2005.- Харьков: УАДО, ХНУРЕ.-2005.- С. 43-47.
2. Соколовский В.В. Современные средства формализации данных в системах дистанционного образования // Открытое образование.- 2007.- №5 (64).- 2007.- С. 33-35.
3. Аврунин О.Г., Аверьянова Л.А. Бых А.И. Головенко В.М., Скляр О.И. Методика создания виртуальных средств имитации работы рентгеновского компьютерного томографа.// Техническая Электродинамика. Тем. выпуск. Киев, 2007.-Т. 5, С.105-110.
4. O. Avrunin, L. Aver'yanova, V. Golovenko, O. Sklyar E-Learning of Functioning Principles Medical Intrascopy Systems//2-th International Conference "Modern (e-) Learning", July, 2007, Varna, Bulgaria, ITNEA SOFIA,-P.134-137
5. Кудинов Д.Н. Создание виртуального предприятия для решения учебных задач / Материалы IV Всероссийской конференции «Прогрессивные технологии в обучении и производстве», г. Камышин, 2006.- Волгоград, 2006.- Т.2.- С. 133-134.
6. Курганская Г.С. Пескова Л.А. Новые возможности Интернет-обучения. Методы и средства интерактивного взаимодействия. - // Байкальский психологический и педагогический журнал, №1-2. Иркутск, 2004. - С. 127-130.
7. Тимофеев А.В. Интеллектуальное и мульти-агентное управление робототехническими системами с использованием моделей виртуальной реальности. – Мехатроника, 2000, №3. С. 26–31.
8. Заявка на патент Украины № 200711992. Лабораторный стенд для дистанционного изучения микропроцессорных систем управления / Аврунін О.Г., Семенец В.В., Байбаков М.Н., Вечур А.В., Крук О.Я., Носова Т.В., Семенец Р.В., Якимович П.В.
9. Патент Украины №79652 МПК G09B23/18 Лабораторный стенд для изучения микроконтроллерных систем управления/ О.Г. Аврунин, О.Я. Крук, В.В. Семенец Пр. Власність, 2007.-бюл №10
10. Харитонова К. Ю. Разработка системы для риноманометрии // Сборник материалов 11-й международного молодежного форума „Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке”:- Харьков:ХНУРЕ, 2007.- Ч.1-С.318.

11. Биотехническая микроконтроллерная система для гастроэнтерологических исследований // Прикладная радиоэлектроника, 2007, т.6, №1, С.72-77.

О.Г. Аврунин к.т.н., доц. Харьковский национальный университет радиоэлектроники
каф. Биомедицинских электронных устройств и систем

Тел.: (057) 702-13-64; E-mail: gavrun@list.ru

О.Я. Крук н.с. Харьковский национальный университет радиоэлектроники
каф. Биомедицинских электронных устройств и систем

Тел.: (057) 702-13-64; E-mail: olegat_ok@ukr.net

Т.В. Носова к.т.н., н.с. Харьковский национальный университет радиоэлектроники
каф. Биомедицинских электронных устройств и систем Тел.: (057) 702-13-64

В.В. Семенец д.т.н., проф., первый проректор Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Тел.: (057) 702-18-07; E-mail: bykh@kture.kharkov.ua