

УДК

## ПОДГОТОВКА КАДРОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ЯДЕРНЫЕ ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИИ» В УРАЛЬСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Н.Ф. ШКОЛА, В.Ю. ИВАНОВ

Уральский федеральный университет  
Мира, 19, Екатеринбург, 620002, Россия

Поступила в редакцию 30 января 2015

Уральский регион – один из регионов России, где сосредоточен комплекс предприятий, использующих в производственном цикле ядерные и радиационные технологии. Направление «Ядерные физика и технологии» в Уральском федеральном университете – эффективная система подготовки высококвалифицированных кадров для предприятий ядерно-промышленного комплекса Урала. В основу системы положена проверенная временем концепция генерации новых знаний за счет интеграции собственно учебного процесса, фундаментальной науки и производства. Ресурсы участников процесса подготовки кадров от кафедры с ее образовательным и научно-техническим потенциалом до работодателя с технологическими и инновационными возможностями реализации этого потенциала консолидированы в рамках образовательного кластера.

Кафедра экспериментальной физики физико-технологического института формирует образовательный кластер по профилю «Электроника и автоматика физических установок» направления «Ядерные физика и технологии», развивая как традиционные (специалитет), так и новые (бакалавриат и магистратура) формы обучения. Одна из составных частей кластера – научно-техническое направление «Ядерное приборостроение» кафедры, обладающее весомым потенциалом для решения ряда задач отечественного приборостроения в части ядерной электроники. По направлению имеется более чем тридцатилетний опыт реализации инновационных разработок от «start-up» идеи до промышленного образца. На вооружении Минобороны РФ стоят комплексы специального технического (радиационного) контроля разработки УрФУ. По заданию Главного таможенного комитета разработаны, сданы заказчику, а впоследствии существенно модернизированы более 400 высокотехнологичных рентгенофлуоресцентных анализаторов состава вещества. В содружестве с институтами УрО РАН разработан и выпущен малой серией многомерный быстродействующий мессбауэровский спектрометр. В последние годы для задач импортозамещения контрольно-измерительной аппаратуры АЭС разработаны и апробированы опытные образцы спектрометров на современной технологической основе. На кафедре реализуются крупные инновационные проекты Программы развития УрФУ по созданию высокотехнологичных производств, использующих радиационные и ядерные технологии – Центр радиационной стерилизации и модификации материалов на основе линейного ускорителя электронов до энергии 10 МэВ и Циклотронный центр ядерной медицины на базе циклотрона с энергией протонов до 24 МэВ, представляющие собой весьма сложные полнофункциональные физико-технические комплексы. Опыт собственной научно-практической деятельности по направлению «Ядерное приборостроение» является гарантом подготовки специалистов, способных разрабатывать, создавать и обслуживать самое высокотехнологичное оборудование, в котором наряду со сложной электроникой и современной информационной техникой используются источники ионизирующего излучения.

Учебно-методическое обеспечение кластера представляет собой интегрированную совокупность необходимых компонентов учебного процесса, достаточных для поддержания

образовательного процесса на всех его этапах, включая трудоустройство обучающихся и обеспечивающих его функционирование и динамичное развитие. Учебно-методическое обеспечение представлено учебно-методическими комплексами (УМК) третьего поколения по всем дисциплинам профиля, оформленным в модули, системой контроля учебных достижений обучающихся, лабораторными комплексами с необходимым оборудованием и программным обеспечением, средствами дистанционного сопровождения учебного процесса и удаленного доступа к образовательным ресурсам, программами сквозной производственной практики на предприятиях – партнерах образовательного кластера.

Концепцию развития учебно-методического обеспечения образовательного кластера апробировали при создании учебно-методического модуля «Аналоговые электронные устройства: схемотехника и проектирование». Модуль предназначен для активного применения в различных учебных ситуациях и рассчитан на использование как в аудиторных условиях, так и в самостоятельной работе студентов, включая дистанционное образование. Основу модуля составляют УМК 3-го поколения соответствующих дисциплин бакалавриата, специалитета и магистратуры. Ключевыми особенностями УМК 3-го поколения представляются наличие виртуальной реализации экспериментальных лабораторных работ, средств компьютерного тестового контроля, размещение УМК в среде дистанционного образования. Такая структура модуля максимально соответствует современной концепции развития университетского образования – созданию среды открытого университета.

При разработке образовательного модуля были проведены следующие виды работ:

- разработана структура построения учебно-методического обеспечения модуля, содержащего дисциплины «Схемотехника аналоговых устройств 1»; «Схемотехника аналоговых устройств 2»; «Системы автоматизированного проектирования»; «Расчет и проектирование электронных систем» с учетом имеющегося собственного опыта разработок электронных образовательных ресурсов [1, 2];

- проведено наполнение разделов модуля учебными материалами с ориентацией на все образовательные уровни по направлениям «Ядерная физика и технологии» и «Биотехнические системы и технологии»;

- обеспечен тестовый текущий, рубежный и итоговый контроль на разных этапах обучения с учетом многолетнего опыта тестирования и реализована балльно-рейтинговую оценка результатов обучения;

- обеспечена возможность реализации удаленного доступа к ресурсам модуля.

Исходя из поставленных целей, была разработана структура материалов дисциплин, которые вводятся как составные части модуля:

- программа изучения дисциплины: в программе дается краткая характеристика курса, обозначаются цели и задачи курса, назначение, место и взаимосвязь с другими дисциплинами программы по специальности; описываются навыки, необходимые для успешного его усвоения; даются требуемая литература, порядок обучения, проводится инструктаж как работать с данным курсом;

- электронный конспект полного варианта лекций для студентов и презентации лекций для преподавателя с целью возможной адаптации к текущей форме обучения;

- методическое обеспечение лабораторных занятий, состоящее из разделов, обеспечивающих виртуальный лабораторный практикум с набором заданий и файлов для моделирования и макетный лабораторный практикум;

- тестовые задания для самоконтроля, промежуточного и выходного контроля;

- текущий и выходной компьютерный контроль знаний, в том числе и дистанционный; расписание, экзаменационные материалы;

- дополнительный материал для самостоятельной работы: электронные ресурсы по тематике курса, информационные базы по компонентам, свободно-распространяемые демо-версии программных продуктов (схемотехнических САПР), видео-лекции и методические пособия по виртуальному лабораторному практикуму, базы SPICE-моделей отечественных и зарубежных компонентов, ссылки на сайты производителей компонентов и программных средств проектирования электронных устройств; источники информации.

Модульный принцип построения образовательной программы полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов последнего поколения, регламентирующих подготовку по направлению «Ядерная физика и технологии».

Для достижения высокого уровня профессиональных и специальных компетенций при подготовке специалистов в области электроники в модуле «Аналоговые электронные устройства: схемотехника и проектирование» учтены современные тенденции по использованию элементной базы, новые подходы к обработке сигналов в электронных устройствах, использованы современные решения в области моделирования и технологии проектирования схем приборов. Разработка модуля проведена в расчете на постоянно возрастающие возможности современной измерительной базы лаборатории «Информационной электроники и САПР» [3]. Использование новых компонентов при проектировании электронных устройств кардинально изменило их схемотехнику и способы проектирования [4], при этом на передний план выдвинута задача схемотехнического моделирования электронных устройств, предшествующая их макетированию и экспериментальной проверке. Поэтому в структуру лабораторного практикума по дисциплинам модуля «Аналоговые электронные устройства: схемотехника и проектирование» введены виртуальные практикумы в программной системе схемотехнического проектирования Micro-CAP [5], на базе которого у обучающихся формируются специальные компетенции в анализе и проектировании на современном уровне аналоговых электронных устройств.

Компьютерные лабораторные практикумы дисциплин размещены на базе лаборатории «Информационной электроники и САПР», в которой оборудованы 5 рабочих мест студентов. В состав рабочего места, помимо компьютера и программного обеспечения, входит базовый комплект измерительного оборудования в составе запоминающего осциллографа TDS2002, функционального генератора DAGATRON 8210, источника питания XY3202/2. Лабораторные практикумы дисциплин обеспечены методическими пособиями и содержат две составные части: виртуальную и макетно-экспериментальную. Макетирование схем проводится на макетной плате «Project Board» GL48, GL36. С целью автоматизации проводимых исследований в учебный процесс введен лабораторный практикум в среде LabVIEW с использованием лабораторной станции NI ELVIS и многофункциональной платы PCI-6251 со стандартным набором виртуальных приборов. Лабораторные работы, входящие в состав практикума на станции NI ELVIS, позволяют изучать характеристики аналоговых полупроводниковых приборов и схем детекторных устройств на их основе. Возможности лабораторных практикумов по автоматизации процесса измерения и тестирования исследуемых устройств существенно расширились благодаря использованию сетевых технологий. Использование приборов TOP-уровня – генератора сигналов AFG-3102 и запоминающих осциллографов TDS2012B и TDS5034B, – обеспечивает полностью компьютерное управление ходом выполняемых работ и документирование полученных результатов.

В состав образовательного ресурса введен также виртуальный лабораторный практикум. По всем лабораторным работам подготовлены в электронном виде методические указания. Для самостоятельного изучения практикума разработан регламент его установки на локальные компьютеры пользователя. В настоящее время лабораторные работы используются в учебном процессе и были размещены на образовательном портале el.ustu.ru.

Вопросы компьютерного контроля компетенций представляют большой интерес для преподавателей вузов и создателей средств реализации такого контроля. В вузах компьютерный контроль наиболее распространен по дисциплинам гуманитарного и естественно-научного циклов, поэтому актуальная задача сегодняшнего дня – создание тестовых баз разного уровня по профессиональным и специальным дисциплинам. Для организации эффективного тестового контроля по дисциплинам модуля «Аналоговые электронные устройства: схемотехника и проектирование» созданы банки тестовых заданий и системная база данных в среде адаптивного тестирования АСТ. Тестовая система – двухуровневая, содержит 2 банка тестовых заданий и системную базу данных в среде адаптивного тестирования АСТ. Содержание и структура накопителя тестовых заданий представлены в [2]. Разработанные средства контроля обеспечивают текущий и рубежный контроль по дисциплинам модуля, обучения студентов в режиме тренировки, а также промежуточный контроль на стыке смежных дисциплин. Опыт эксплуатации системы контроля

с 2006 г. показал ее высокую эффективность. За это время тестовый компьютерный контроль прошли более 500 обучающихся.

Профильными предприятиями образовательного кластера по профилю «Электроника и автоматика физических установок» являются ведущие предприятия электронной индустрии региона – инженерная компания «Прософт-системы» и НПО «Автоматики им.акад. Семихатова». На правах участника кластера предприятие обеспечивает следующие виды совместных мероприятий:

- разработка образовательных программ профиля «Электроника и автоматика физических установок»;
- чтение лекций по дисциплинам базового цикла;
- проведение тематических семинаров и экскурсий с привлечением ведущих специалистов предприятия;
- обеспечение квалифицированного руководства практиками всех видов;
- формирование парка приборов и компьютерного оборудования лаборатории «Информационной электроники и САПР»;
- внедрение инновационных технологий в образовательный процесс;
- трудоустройство выпускников профиля «Электроника и автоматика физических установок».

Перспективным представляется опыт создания распределенной учебной лаборатории «Информационной электроники и САПР» в УрФУ и инженерной компании «Прософт-системы». Динамика разработки и вывода на рынок современных САПР весьма высока и делает весьма сложной задачу обновления методических и материальных ресурсов образовательного процесса в ВУЗе. Вместе с тем, производственные предприятия, решая задачу производства конкурентоспособной продукции, обновляют свои материальные и программные ресурсы с более высоким темпом. Поэтому стратегия создания распределенных (ВУЗ+предприятие) учебных лабораторий открывает новые возможности для образовательного процесса особенно там, где от обучающихся требуется знакомство с ресурсозатратными комплексами и технологиями. В распределенной лаборатории «Информационной электроники и САПР» в УрФУ обучающиеся осваивают вводный курс проектирования в системе Micro-CAD, которая представляет достаточные методические возможности в рамках демо-версии и не требует больших вычислительных ресурсов. На площадях инженерной компании «Прософт-системы» обучающиеся знакомятся со средой САПР Cadence Allegro, используемой предприятием в технологическом цикле проектирования новой продукции.

Участие производственного партнера в образовательном кластере является важным для решения кадровых проблем предприятия, особенно обострившихся в последние годы. Так на профильном предприятии кластера «Прософт-системы» за последние 15 лет прошли все виды практик более 50 студентов, из них 26 трудоустроены в компанию.

Модульная структура образовательных ресурсов кластера позволяет эффективно применять их для всех без исключения ступеней и форм образования. В течение десяти лет кафедрой экспериментальной физики ведется подготовка специалистов для ПО «Маяк» (г. Озерск) по очно-заочной форме. За это время целевым подготовлено более 50 инженеров-физиков по специальности «Электроника и автоматика физических установок» для одного из ключевых предприятий ядерно-промышленного комплекса России.

Одним из важных видов образовательной деятельности, реализуемой в кластере, является работа по привлечению талантливой молодежи к обучению в институте, научной и инновационной деятельности, подготовка к успешной карьере. Организована работа открытой школы «Экспериментальная электроника и физика». Проводятся стационарные и выездные мастер-классы в школах УрФО. Планами развития кластера предусмотрено создание портала – сформированной среды активного общения всех участников образовательного процесса профиля «Электроника и автоматика физических установок» направления «Ядерная физика и технологии». Активными участниками процесса могут быть студенты (бакалавры, магистры, специалисты), преподаватели кафедры, работодатели. Как информационный ресурс портал интересен абитуриентам и их родителям.

### Список литературы

1. *Школа Н.Ф.* // Проблемы спектроскопии и спектрометрии: межвуз. сб. научн. тр. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2010, Вып. 26. С. 243-249.
2. *Школа Н.Ф.* // Новые образовательные технологии в вузе: сборник докладов седьмой международной научно-методической конференции, Екатеринбург, 8-10 февраля 2010 года. С.147–154.
3. *Школа Н.Ф., Иванов В.Ю.* // Безопасность АЭС и подготовка кадров. Сборник тезисов докладов IX Международной конференции. Обнинск, 2005. С. 123
4. *Школа Н.Ф., Шапиурин И.Л.* // II молодежная научно-практическая конференция «Ядерно-промышленный комплекс Урала: проблемы и перспективы»: Тезисы докладов, Озерск, 2003. С. 66–67.
5. *Школа Н.Ф., Иванов В.Ю., Ситников Е.Г.* Мультимедийная обучающая система по курсу САПР Micro-CAD: учебное пособие для студентов физико-технического факультета УГТУ-УПИ, обучающихся по специальностям направления 651000 "Ядерная физика и технологии". Екатеринбург, 2000.