

Светлой памяти Виталия Николаевича Махова посвящаю

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПАРТНЕРЫ КАФЕДРЫ ЭФ В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ЭЛЕКТРОНИКЕ И АВТОМАТИКЕ («ПРОСОФТ-СИСТЕМЫ»)

Н. Ф. Школа

*Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина,
Екатеринбург, Россия*

Создан образовательный кластер специальности «электроника и автоматика физических установок» по направлению «Ядерные физика и технологии» в Уральском федеральном университете. В основу системы подготовки кадров для промышленного комплекса Урала положены принципы генерации новых знаний за счет интеграции учебного процесса, фундаментальной науки и производства. Система полностью отвечает требованиям современных федеральных образовательных стандартов.

Ключевые слова: образовательный кластер; электроника и автоматика; учебно-методическое обеспечение.

1. Введение

В Уральском регионе сосредоточен комплекс предприятий, использующих в производственном цикле ядерные и радиационные технологии. Направление «Ядерные физика и технологии» в Уральском федеральном университете (УрФУ) должно обеспечивать подготовку специалистов, обладающих соответствующими компетенциями, для наукоемких и высокотехнологичных производств ядерно-промышленного комплекса Урала. В основу системы подготовки кадров положена проверенная временем концепция генерации новых знаний за счет интеграции собственно учебного процесса, фундаментальной науки и производства. Ресурсы участников процесса обучения – от кафедры с ее образовательным и научно-техническим потенциалом до работодателя с технологическими и инновационными возможностями реализации этого потенциала – консолидированы в рамках образовательных кластеров.

Кафедра экспериментальной физики Физико-технологического института УрФУ сформировала образовательный кластер по специальности «электроника и автоматика физических установок» по направлению «Ядерные физика и технологии», развивая как традиционные (специалитет), так и новые (бакалавриат и магистратура) формы обучения.

Создано научное направление «Ядерное приборостроение», обладающее весомым потенциалом для решения ряда задач отечественного приборостроения в части ядерной электроники. По направлению имеется полувековой опыт реализации НИР и НИОКР от start-up идеи до промышленного образца.

2. История создания приборного направления подготовки на кафедре ЭФ

На всех этапах своего развития подготовка специалистов на кафедре ЭФ сочетала фундаментальную физико-математическую основу подготовки с базой физико-технических измерений. Методы измерений, основанные на электронных средствах, развиваясь и совершенствуясь, прошли классические стадии своего развития. Важнейшую и определяющую роль техники измерений всегда играла элементная база, на которой строилась схемотехника и системотехника средств информационных измерений. Специальность 0631, изначально получившая название «Электронные приборы», формировалась при участии преподавателей кафедры Дмитрия Александровича Пулина, Виктора Селивестровича Перетягина, которые имели университетское образование и достаточный опыт экспериментальной работы. Позднее плеяду преподавателей приборного электронного куста дополнили уже выпускники кафедры ЭФ: Всеволод Семенович Кортон, Геннадий Иванович Пилипенко, Валерий Николаевич Багаев, Григорий Дорофеевич Ведьманов, Анатолий Федорович Кокорин, а также пришедшая с завода «Электроавтоматики» выпускница радиофака Алевтина Александровна Соловьева.

Создание уникальных экспериментальных установок в рамках атомного (уранового) проекта – ядерных реакторов, ускорителей заряженных частиц – потребовало, наряду с измерениями физических параметров исследуемых объектов, развития методов детектирования и методов обработки полученной информации. Комплексность решения задач проекта обеспечивалась развитием спецпроизводств и их автоматизацией, а также, наряду с подготовкой к физическим измерениям, подготовкой специалистов в области теории и практики управления и автоматизации. Это нашло отражение в формировании новых требований к специальности 0631 и в смене акцентов подготовки, определив специальность как «автоматика и электроника». Вместе с «ядерной электроникой» были введены курсы дисциплин по теории и аппаратуре автоматического управления с привлечением для их проведения лекторов с РТФ (Евгений Эрастович Страшинин, Евгений Николаевич Виноградов, Сергей Александрович Воробьев) и электротехнического ЭТФ, а также специалистов предприятий ВПК, ставших впоследствии нашими партнерами по подготовке и трудоустройству выпускников кафедры ЭФ.

Процесс подготовки специалистов 0631 при решении практических задач атомного проекта сформировал физтехговскую систему подготовки, девиз которой кратко можно сформулировать как «изучать создавая». Ведущие центры научных исследований (НИИАР, г. Димитровград (до 1972 г. – г. Мелекесс), ОИЯИ, г. Дубна, Институт космических исследований (ИКИ), Москва), атомные объекты (Белоярская и Нововоронежская АЭС) стали для студентов кафедры ЭФ местами практики, а впоследствии и местами трудоустройства. Такой подход обеспечил как доступ к участию в инновационных проектах атомной отрасли, так и в пионерских проектах по ядерной физике и физике высоких энергий ведущих ядерных центров страны и мира. В результате был сформирован опыт работы с передовыми решениями в детекторной электронике, с лучшими образцами измерительной техники, с современными решениями в области автоматизации научных исследований и сопутствующих производств. И самое главное – студенты смогли познакомиться с передовыми задачами научного поиска и техническими решениями.



Рис. 1. Дмитрий Александрович Пулин с учениками

Накопленный теоретический и практический опыт проведенных выездных практик использовался на кафедре ЭФ в системе подготовки специалистов и направлениях научных исследований. Наряду с разработкой спектрометров с экстремальными характеристиками по разрешению и загрузке, решались задачи цифровизации обработки экспериментальных результатов на основе появившейся в это время микропроцессорной техники. Переход от «аналога» к «цифре» обеспечивался разработкой новых алгоритмов АЦП, что сопровождалось подачей многочисленных заявок на изобретения, первой из которых стала заявка аспирантов кафедры Виталия Махова и Бориса Новисова в 1972 г. на устройство кодирования, получивших авторское свидетельство на изобретение в 1975 г. Это прибавило уверенности в правильности сделанного выбора направления проводимых поисковых работ в области ядерного приборостроения.

3. Наши стартапы в области приборостроения

Огромный интерес студентов к разработке электронных устройств на современной элементной базе и к практическому внедрению результатов привел к созданию в 1973 г. самоорганизованной на кафедре ЭФ студенческой научно-исследовательской лаборатории приборов – СНИЛП, в итоге поддержанной руководством кафедры ЭФ в лице заведующего кафедрой Филиппа Филипповича Гаврилова. Цель проекта – создание на кафедре нового направления – ядерного приборостроения. Возглавили проект Виталий Махов и Борис Новисов. Научным руководителем СНИЛП стал Дмитрий Александрович Пулин.

Задачи перед студентами ставились самые амбициозные: добиться максимального результата по характеристикам разрабатываемых устройств, обеспечить диссертабельность результатов проводимых исследований и внедрение выполненных разработок. Внедрение результатов осуществлялось в виде хозяйственных договоров на разработку устройств и методик не только в области ядерной электроники, но и в смежных приложениях (РФА-толщиномер для ГИРЕДМЕТА, импульсный потенциостат для Института химии УрО РАН и др).



Рис. 2. Студенты кафедры ЭФ сочетали учебу с работой в СНИЛПе

Успешное выполнение договоров в 1974 – 1979 гг. с предприятиями Минсредмаша (РНИРП, г. Рига) и Минприбора (СКБРА-НПО «Буревестник», г. Ленинград) обеспечило создание на базе стартапа СПИЛП отраслевой лаборатории Минприбора ОНИЛ ЭРП (1979 г.) и опытного производственного участка на базе ЭПК УПИ. В штате ОНИЛ ЭРП появились не только научные и инженерные ставки, но и ставки конструкторов производственного участка. Так была создана приборостроительная база для выполнения НИОКР на кафедре ЭФ. Конструкторские кадры высокой квалификации пришли с предприятий-партнеров: «Электроавтоматики», «Точной механики», опытного производства УрО АН. Выполненные договорные темы принесли значительный экономический эффект. Совместные разработки с НПО «Буревестник» с внедрением авторских свидетельств отмечены наградами ВДНХ СССР. Большое количество студентов с опытом участия в выполнении хозяйственно-договорных тем ОНИЛ ЭРП после окончания КЭФ было распределено на предприятия промышленного комплекса Урала в исследовательские лаборатории, КБ и производственные подразделения.

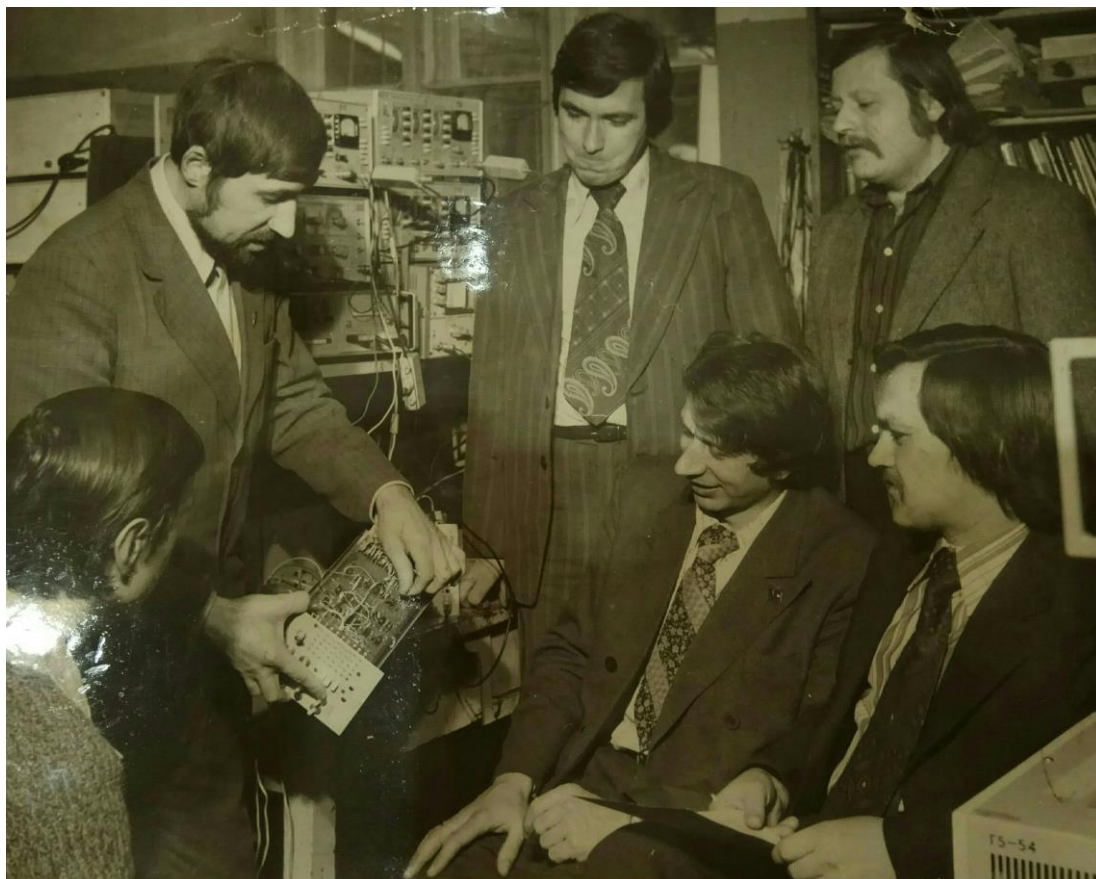


Рис. 3. В ОНИЛ ЭРП находили время обсудить и критически осмыслить новые разработки

Развитие специальности 0631 «автоматика и электроника» в направлении разработки систем управления и автоматики проводилось преимущественно на базе НПО автоматики, Завода точной механики, Уральского оптико-механического завода, институтов УрО РАН, к которым впоследствии присоединился и ООО «Прософт».

Показателен путь стартапа под руководством Виталия Николаевича Махова, давшего начало проекту «Прософт» в Екатеринбурге. Кризис роста в коллективе ОНИЛ ЭРП совпал с кризисом в научной сфере и в университете в конце 80-х гг., это привело к распаду коллектива ОНИЛ ЭРП. В результате руководитель направления аналого-цифровых преобразователей ОНИЛ ЭРП Виталий Махов и его сотрудники перешли в Институт электрофизики Уральского отделения РАН, в лабораторию А. М. Искольдского. За два года группа Виталия Махова создала регистратор быстропротекающих процессов с периодом тактирования 5 нс, что было одним из лучших результатов в СССР, и научилась делать высококачественные печатные платы. Далее последовали разработки регистратора для контроля параметров турбины Сургутской ГРЭС-2 и регистратора аварийных сигналов и процессов для электрических подстанции электроэнергетики. Выбор в качестве базового стандарта промышленных модулей и контроллеров и переход на новый стандарт MicroPC при их создании (для разработки систем в стандарте MicroPC подходил обычный PC и ПО ДОС) сделал команду Виталия Махова дилером в Екатеринбурге московской компании «Прософт». Так, в 1995 г. была создана «Научно-производственная фирма «Прософт-Е». Первыми проектами «Прософт-Е» стали продолженные Маховым и его соратниками разработки цифровых регистраторов аварийных событий (РЭС-3) и поставка их на Сургутскую ГРЭС. Одновременно началась разработка системы коммерческого учета энергоресурсов для «Уралэлектромеди». В 2004 г. на фирме работало уже 120 человек: из стартапа выпускников УПИ, ученых УрО РАН и инженеров НПО

автоматики предприятие «Прософт-Е» перешло на качественно иной уровень, позволяющий выполнять крупные даже по российским меркам проекты. Создав в первые годы работы компании сильную команду и задав высокие стандарты в работе, Виталий Николаевич Махов заложил фундамент будущего успеха настоящего «Прософт-Системы». Теперь инженерная компания «Прософт-Системы» – компания полного цикла работ, имеющая 25-летний опыт работы в сфере промышленной автоматизации и насчитывающая в своем составе более 750 сотрудников, – стратегический партнер кафедры ЭФ в области электроники и автоматики.

4. Электронный кластер «Аналоговая схемотехника» кафедры ЭФ

В настоящее время для подготовки кадров по специальности «электроника и автоматика физических установок» на кафедре ЭФ создан ряд базовых лабораторий для реализации необходимых компонентов учебного процесса, обеспечивающих его функционирование и динамичное развитие, достаточных для поддержания процесса на всех этапах, включая трудоустройство обучающихся. Учебно-методическое обеспечение представлено комплексами (УМК) по всем дисциплинам профиля, оформленными в модули, системой контроля учебных достижений (СКУД) 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. Для достижения высокого уровня профессиональных и специальных компетенций при подготовке специалистов в области электроники учтены современные тенденции по использованию элементной базы, новые подходы к обработке сигналов в электронных устройствах, использованы современные решения в области моделирования схем и технологии проектирования приборов. Компьютерные лабораторные практикумы дисциплин аналоговой электроники размещены на базе созданной в 1999 г. лаборатории информационной электроники и САПР, где оборудованы рабочие места студентов. Возможности лабораторных практикумов по автоматизации процесса измерения и тестирования исследуемых устройств существенно расширились благодаря использованию сетевых технологий.

Использование приборов верхнего уровня – генераторов 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.

В настоящее время электронные образовательные ресурсы, получившие статус ЭОР УрФУ, размещены на портале электронного обучения на базе Moodle УрФУ и используются в учебном процессе. Доступ к сервису организован из Личного кабинета сотрудника и студента, а также по адресу <https://elearn.urfu.ru/my/> с использованием своей корпоративной учетной записи. Для организации эффективного тестового контроля по дисциплинам модуля созданы банки тестовых заданий и системная база данных в среде адаптивного тестирования АСТ на сервере кафедры ЭФ и на портале электронного обучения на базе Moodle УрФУ.

Разработанные средства контроля обеспечивают текущий и рубежный контроль по дисциплинам модуля, обучение 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 1000 обучающихся.

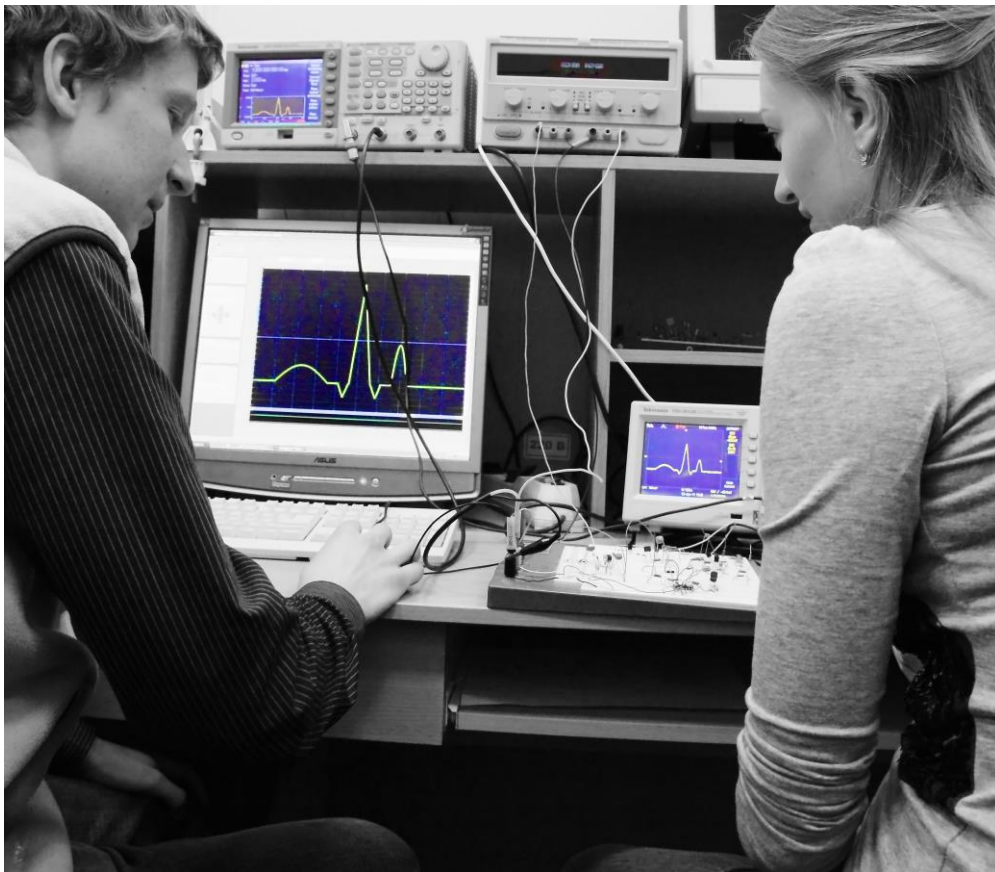


Рис. 4. В лаборатории информационной электроники и САПР студенты изучают передовые технологии обработки сигналов в электронных устройствах, современные решения в области моделирования схем и технологий проектирования устройств

В целом модульный принцип построения образовательных программ ОП обеспечивает подготовку по направлению «Ядерные физика и технологии» специальности «электроника и автоматика физических установок» в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов последнего поколения.

5. Наши индустриальные партнеры в области автоматике

Индустриальными партнерами образовательного кластера по профилю «электроника и автоматика физических установок» стали ведущие предприятия электронной индустрии региона – инженерная компания ООО «Прософт-Системы» и ОАО «Научно-производственное объединение автоматике имени академика Н. А. Семихатова». На правах участника кластера предприятия обеспечивают следующие виды совместных мероприятий: участие в создании профессиональных стандартов, разработку рабочих программ дисциплин профиля «электроника и автоматика физических установок», чтение лекций по дисциплинам базового цикла, проведение тематических семинаров и экскурсий с привлечением ведущих специалистов предприятия, квалифицированное руководство и предоставление рабочих мест в рамках сквозной производственной практики и дипломирования, трудоустройство выпускников профиля «электроника и автоматика физических установок», формирование парка приборов и компьютерного оборудования учебных лабораторий кафедры. Перечисленные мероприятия, за исключением последнего пункта, можно отнести к традиционным. Более трудозатратным, но, несомненно, перспективным представляется опыт создания распределенной учебной лаборатории информационной электроники и САПР в УрФУ и инженерной компании

«Прософт-Системы». Динамика разработки и выведения на рынок современных САПР 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-CAP, которая представляет достаточные методические возможности в рамках демоверсии и не требует больших вычислительных ресурсов. На площадях инженерной компании «Прософт-Системы» обучающиеся знакомятся с профессиональной средой – интегрированной САПР Cadence, используемой предприятием в технологическом цикле проектирования новой продукции.

Подготовка выпускников кафедры ЭФ в области электромагнитной совместимости, климатических испытаний и испытаний на безопасность технических электронных устройств проводится с привлечением ресурсов испытательной лаборатории ЭМС ООО «Прософт-Системы».

Учебный центр компании «Прософт-Системы» – база для ознакомления с последними достижениями и технологиями в области промышленной автоматизации, роста профессионального уровня обучающихся. Для студентов проводятся регулярные занятия в Школе разработчиков, в которой к занятиям привлечены ведущие специалисты компании, в том числе и выпускники кафедры ЭФ.

6. Выводы

Участие производственного партнера в образовательном кластере является принципиальным в решении его кадровых проблем, связанных с подготовкой высококомпетентных кадров с значительным научным потенциалом. На профильном предприятии «Прософт-Системы» прошли все виды практик более 100 студентов, из них 35 были трудоустроены в компанию.

Одновременно это обеспечивает участие студентов кафедры ЭФ в инновационных проектах предприятия «Прософт-Системы», таких как ветроэнергетика и солнечная энергетика, обучение по внутренним образовательным программам предприятия, возможность реализации подготовки по проектному методу обучения.

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

Список литературы

1. Школа, Н. Ф. Концепция образовательного кластера по направлению «Ядерные физика и технологии» в Уральском федеральном университете (доклад) / Н. Ф. Школа, В. Ю. Иванов. Новые образовательные технологии в вузе: сборник тезисов докладов XII международной научно-методической конференции, 27–30

апреля 2015 года. – Екатеринбург : Информационный портал УрФУ, 2015. – С. 143–150.

2. *Школа, Н. Ф.* Аналоговые устройства детекторной электроники / Н. Ф. Школа. — Проблемы спектроскопии и спектрометрии: межвуз. сб. науч. тр. – Вып. 26. Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2010. – С. 243–249.
3. *Школа, Н. Ф.* Схемотехника аналоговых устройств: лабораторный практикум / Н. Ф. Школа; Мин-во науки и высш. образования РФ. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2020. – 192 с. ISBN 978-5-7996-3092-8.

Сведения об авторе:

Школа Николай Федорович, зав. учебной лабораторией кафедры экспериментальной физики УрФУ, Екатеринбург, Россия. Эл. почта: n.f.shkola@urfu.ru.

INDUSTRIAL PARTNERS OF THE EF DEPARTMENT IN THE SPECIALISTS TRAINING IN ELECTRONICS AND AUTOMATION (PROSOFT SYSTEMS)

N. F. Shkola

Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

An educational cluster of the specialty "electronics and automation of physical installations" has been created in the direction of "Nuclear physics and Technology" at the Ural Federal University. The training system for the industrial complex of the Urals is based on the principles of generating new knowledge through the integration of the educational process, fundamental science and production. The system fully meets the requirements of modern federal educational standards.

Key words: educational cluster; electronics and automation; educational and methodological support.

References

1. *Shkola, N. F.* The concept of an educational cluster in the direction of "Nuclear physics and technology" at the Ural Federal University (report) / N. F. Shkola, V. Yu. Ivanov. New educational technologies in higher education: a collection of abstracts of the XII International Scientific and Methodological Conference, April 27–30, 2015. – Yekaterinburg : UrFU Information Portal. – 2015. – P. 143–150.
2. *Shkola, N. F.* Analog devices of detector electronics / N. F. Shkola. – Problems of spectroscopy and spectrometry: mezhvuz. sb. scientific. tr. Issue. 26. Yekaterinburg : UGTU-UPI. – 2010. – P. 243–249.
3. *Shkola, N. F.* Circuit design of analog devices: laboratory workshop / N. F. Shkola; Ministry of Science and Higher Education. education of the Russian Federation. – Yekaterinburg: Ural Publishing House. un-ta. – 2020. – 192 p. ISBN 978-5-7996-3092-8.