

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В РОССИИ

Д.Е. Морев

Morev D.E. Current status of training of specialists in the field of nanotechnologies in Russia. The article deals with the system of training of specialists in the field of nanotechnologies in universities of Russia. There are considered educational programs, state educational standards of training of specialists in the field of nanotechnologies. There are listed the universities leading the preparation of bachelors and masters in the fields of nanotechnologies and nanomaterials.

Подготовка специалистов в области нанотехнологий является актуальной задачей образования, поскольку нанотехнологии представляют собой ключевое направление развития технологий XXI в. Их применение в различных областях науки, техники, экономики несет в себе огромный потенциал роста и по мере своего расширения будет требовать все большее число специалистов в данной области [40].

С точки зрения академика Юрия Третьякова, рынок труда в области отечественной наноиндустрии, нанотехнологий и нанотехнологий требует 100-150 тыс. человек, которые должны получить междисциплинарную подготовку, включающую определенные знания в области химии, физики, механики, биологии, технических и гуманитарных наук. Разумеется, что для развития нанотехнологий необходимы специалисты и исследователи с различным уровнем подготовки, от высокопрофессиональных исследователей до операторов нанотехнологических процессов массового производства [31].

За последнее десятилетие динамика развития нанотехнологий настолько высока, что система образования не успевает подготовить специалистов с достаточными компетенциями. Для устранения этого недостатка в ведущих странах мира таких, как США, Япония, Германия и Россия, разрабатываются образовательные программы в области нанотехнологий для различных ступеней образования [7, 21, 23].

Очевидно, что перспективы развития нанотехнологий в России во многом будут определяться способностью высшей школы организовать подготовку кадров в области наноматериалов и нанотехнологий. Для решения этой проблемы Министерство образования и науки приняло ряд важных решений. В 2003 г., в соответствии с приказом Мини-

стерства образования и науки, в России в качестве эксперимента было открыто новое направление подготовки специалистов «Нанотехнология», а с 2005 г. оно переведено из разряда экспериментальных в разряд действующих. В 2004 г. также была открыта подготовка бакалавров и магистров по направлению «Нанотехнология». Данное направление закреплено за УМО при Санкт-Петербургском государственном электротехническом университете. В рамках этого направления действуют специальности «Нанотехнология в электронике», базовым вузом определен Московский государственный институт электронной техники (технический университет) и «Наноматериалы», с базовым вузом – ФГОУ ВПО «Государственный технологический университет «Московский институт стали и сплавов» (МИСиС). При МИСиС создана учебно-методическая комиссия по специальности «Наноматериалы» [1].

Кроме того, для улучшения образовательной системы в области нанотехнологий разработан на государственном уровне обширный комплекс широкомасштабных мероприятий по нанообразованию, включающий ряд программ подготовки специалистов в области нанотехнологий, создание различных НОЦ, НИУ, ЦКП [24], открытие НБИК-центра на базе Курчатовского института [22] и соответствующего направления в РАН [9], привлечение к задаче подготовки и переподготовки инженерных и педагогических кадров ведущих специалистов, проведение трех нанофорумов [23], многочисленных конференций, семинаров, конкурсов, олимпиад, издание учебно-методической литературы, а также широкая пропаганда нанознаний среди всех слоев населения [24]. Также для решения этой проблемы был разработан приоритетный национальный проект «Образование», в рамках которого в 2006-2008 гг.

57 вузов страны получили финансовую поддержку на развитие инновационной деятельности [20]. 32 вуза, получивших поддержку, создали учебно-научные центры в области нанотехнологий и наноматериалов [2]. В настоящее время 40 российских вузов ведут научно-исследовательские работы и реализуют образовательные программы в области нанотехнологий [24].

За последние годы на территории Российской Федерации проведены десятки научных конференций, семинаров и выставок, посвященных нанотехнологиям, а также проблемам образования в сфере нанотехнологий.

5 декабря 2008 г. на первом международном форуме по нанотехнологиям – РОС-НАНОТЕХ 2008 работал круглый стол по проблемам образования в области нанотехнологий. Во время дискуссии обсуждались следующие темы, посвященные области нанотехнологий: научно-образовательные центры; опыт работы; образовательные стандарты; учебно-методическая литература; новые образовательные технологии; аспирантура и диссертационные советы; дополнительное образование, магистратура; олимпиады и конкурсы работ молодых ученых; международное сотрудничество по образованию [10].

6-8 октября 2009 г. на втором международном форуме по нанотехнологиям – РОС-НАНОТЕХ 2009 работала секция «Наука и образование» [6].

18-20 мая 2010 г. в ФГУ РНЦ «Курчатовский институт» была проведена Первая международная конференция с элементами научной школы «Образование в сфере нанотехнологий: современные подходы и перспективы». Главными вопросами конференции стали современные подходы к образованию, организации и ведению учебного процесса, международное межвузовское сотрудничество в области подготовки кадров для наноиндустрии. Участники зачитали доклады, затронув аспекты международного обмена опытом в области нанотехнологий, предложив новейшие образовательные технологии такие, как дистанционные формы обучения. Обсуждение затронуло все этапы образования: от школьного и среднего специального до высшего и переподготовки кадров [5].

В рамках реализации образовательной программы для школьников разработан

элективный курс «Введение в нанотехнологии» по химии для учащихся 10-11-х классов средней общеобразовательной школы. Практически все разделы курса предполагают изложение материала, который может послужить основой для успешного освоения курса «Введение в нанотехнологии». Наиболее значимыми элементами школьной программы по химии в этом аспекте являются сформированные у школьников представления об атоме и его строении, видах химической связи и особенностях межмолекулярного взаимодействия, закономерностях протекания химической реакции, благородных газах и металлах, соединениях подгруппы углерода, природных и синтетических полимерах. Программа предназначена для учащихся 10-11 классов средних общеобразовательных учебных заведений естественно-научного, физико-математического и других профилей. Курс базируется на знаниях, полученных учащимися при изучении химии, физики, биологии, математики в основной и старшей общеобразовательной школе. Содержание курса носит общеобразовательный и развивающий характер. Элективный курс состоит из 8 тем и рассчитан на обучение в объеме от 16 до 32 учебных часов. Согласно представленному тематическому планированию он включает инвариантную и вариативные части.

Цели данного курса: дать ученику возможность ознакомиться с новой отраслью знаний – нанотехнологией и, в частности, нанохимией, оценить свои склонности и интересы к данной области знания, а также прийти к мысли о важности фундаментальных естественных наук, их взаимосвязи между собой и практическом использовании полученных знаний; помочь учащемуся в выборе будущего профиля обучения для реализации своих интеллектуальных и творческих способностей.

Основные задачи курса: сформировать понятия «нанотехнология» и «нанохимия»; показать междисциплинарный характер нанохимии; познакомить учащихся с основными методами исследования в нанохимии и применением основных достижений, различными направлениями наноматериаловедения; показать возможность распространения методов нанотехнологии в область живой материи [29].

В сентябре 2010 г. корпорация «РОС-НАНО» совместно с образовательным центром «Участие» приступила к реализации нового образовательного проекта «Лига школ РОСНАНО», направленного на разработку и апробирование качественно иного подхода к преподаванию естественных наук в российских общеобразовательных школах [25]. На начальном этапе реализации проекта было отобрано около 20 школ в различных регионах России, готовых к инновационным изменениям в образовательном процессе, в первую очередь, в преподавании дисциплин естественнонаучного блока. Подобные изменения в образовательной программе требуются, прежде всего, для формирования нового поколения кадров для современной наноиндустрии, обладающих как теоретической базой, так и представлениями о практическом применении знаний [26]. Были отобраны следующие общеобразовательные заведения России: Лицей № 1586, г. Москва; Лицей № 1511 при МИФИ, г. Москва; Специализированный учебно-научный центр НГУ, Новосибирск; Общеобразовательный лицей-интернат № 3, г. Пенза; Лицей № 10, г. Белгород; Гимназия 1583, г. Москва; «Гимназия № 3 в Академгородке», г. Новосибирск; Школа № 1103, г. Москва; Гимназия № 5, г. Давлеканово, Республика Башкортостан; «Лицей», г. Лесной, Свердловской обл.; Лицей физики, математики, информатики № 40, г. Ульяновск; «Школа Космонавтики», г. Железнодорожск; «Лицей № 2» г. Чебоксары; Гимназия № 44, г. Пенза; Лицей «Физико-техническая школа», г. Санкт-Петербург; Октябрьский сельский лицей, Ульяновская область; «Белорецкий лицей-интернат», г. Белорецк; Лицей № 3, г. Старый Оскол; Многопрофильная гимназия № 13, г. Пенза; Лицей № 179, Калининский район, г. Санкт-Петербург; «Образовательный центр «Участие» (оператор проекта «Лига школ Роснано»), г. Санкт-Петербург [27].

В рамках образовательной программы в области нанотехнологий проводятся специальные курсы. В начале октября 2008 г. стартовал спецкурс по нанотехнологиям в Специализированном учебно-научном центре при МГУ имени М.В. Ломоносова, целью которого является довузовская подготовка к столь сложной и многообразной науке, как

наука о материалах и нанотехнологии [4]. Научно-образовательный центр по нанотехнологиям Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова проводит междисциплинарный курс лекций «Фундаментальные основы нанотехнологий» для всех желающих [3]. Данный курс состоит из 18 лекций, полностью раскрывающих основы нанотехнологий.

В связи с переходом на двухуровневую систему подготовки кадров (бакалавр, магистр), в перечень новых направлений, по которым созданы государственные образовательные стандарты третьего поколения в соответствии с Федеральной целевой программой (ФЦП) развития образования на 2006-2010 гг., вошли 4 направления бакалавриата в области нанотехнологий [21].

Направление подготовки **210100 – Электроника и микроэлектроника**, квалификация (степень) – «бакалавр». Федеральный образовательный стандарт устанавливает нормативный срок усвоения образовательных программ в 4 года и трудоемкость в 240 зачетных единиц. Объектами профессиональной деятельности бакалавров являются: материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования, технологические процессы производства, диагностическое и технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы решения типовых задач, современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и микроэлектроники [32].

Направление подготовки **222900 – Нанотехнологии и микросистемная техника**, квалификация (степень) – «бакалавр». Федеральный образовательный стандарт устанавливает нормативный срок усвоения образовательных программ в 4 года и трудоемкость в 240 зачетных единиц. Объектами профессиональной деятельности бакалавров являются: материалы и компоненты нано- и микросистемной техники; приборы, устройства, механизмы, машины на их основе; процессы нанотехнологии и методы нанодиагностики; физико-математические и физико-химические модели процессов синтеза, диагностики и функционирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники;

аппаратные и программные средства для моделирования, проектирования, получения и исследования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники; алгоритмы решения научно-исследовательских и производственных задач, относящихся к профессиональной сфере [33].

Направление подготовки **150100 – Материаловедение и технологии материалов**, квалификация (степень) – «бакалавр». Федеральный образовательный стандарт устанавливает нормативный срок усвоения образовательных программ в 4 года и трудоемкость в 240 зачетных единиц. Объектами профессиональной деятельности бакалавров являются: основные типы современных конструкционных и функциональных неорганических (металлических и неметаллических) и органических (полимерных и углеродных) материалов, композитов и гибридных материалов, сверхтвердых материалов, интеллектуальных и наноматериалов, пленок и покрытий; методы и средства испытаний и диагностики, исследования и контроля качества материалов, пленок и покрытий, полуфабрикатов, заготовок, деталей и изделий, все виды исследовательского, контрольного и испытательного оборудования, аналитической аппаратуры, компьютерное программное обеспечение для обработки результатов и анализа полученных данных, моделирования поведения материалов, оценки и прогнозирования их эксплуатационных характеристик; технологические процессы производства, обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и приспособления; системы управления технологическими процессами; нормативно-техническая документация и системы сертификации материалов и изделий, технологических процессов их получения и обработки; отчетная документация, записи и протоколы хода и результатов экспериментов, документация по технике безопасности и безопасности жизнедеятельности [34].

Направление подготовки **152200 – Наноинженерия**, квалификация (степень) – «бакалавр». Федеральный образовательный стандарт устанавливает нормативный срок усвоения образовательных программ в 4 года и трудоемкость в 240 зачетных единиц. Объектами профессиональной деятельности вы-

пускников по направлению подготовки **152200 – Наноинженерия** являются: приборы, системы и их элементы, создаваемые на базе и с использованием наноматериалов, процессов нанотехнологии и методов нанодиагностики для навигации, энергетики, медицины, научных исследований, диагностики технологических систем, экологического контроля природных ресурсов и других областей техники; детали, узлы и агрегаты машин и механизмов, создаваемых на базе и с использованием наноматериалов, процессов нанотехнологии и методов нанодиагностики для общего, энергетического, транспортного, специального машиностроения, а также других отраслей техники; технологическое и диагностическое оборудование для процессов нанотехнологии и контроля качества продукции нанотехнологии [35].

Диплом бакалавра по направлению «Нанотехнология в электронике» можно получить в Московском государственном институте электронной техники (МИЭТ) [15]. Основная особенность подготовки студентов по этому направлению в МИЭТе – сочетание фундаментальной естественно-научной и современной инженерной подготовки. По сравнению с выпускниками классических университетов выпускники специальности более приспособлены к решению конкретных практических задач. По сравнению с техническими университетами большее время уделяется изучению фундаментальных дисциплин. Кроме этого, студенты слушают лекционные курсы по разработке и проектированию полупроводниковых приборов и интегральных схем и по информационным технологиям (с уклоном в область разработки оригинальных моделей явлений, процессов и приборов). Подавляющее большинство студентов может продолжить свое образование в магистратуре, а далее – в аспирантуре [8].

Бакалавров по направлению «Нанотехнологии и микросистемная техника» готовят в Московском государственном институте радиотехники, электроники и автоматики (МИРЭА) [12]. В Московском государственном институте электроники и математики (МИЭМ) ведется подготовка бакалавров по направлению «Нанотехнологии и микросистемная техника» [14]. Стать бакалавром по наноматериалам предлагает Российский

химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева (РХТУ) [16]. Московский государственный институт стали и сплавов (МИСиС) осуществляет подготовку бакалавров по следующим направлениям: «Электроника и наноэлектроника» и «Нанотехнологии и микросистемная техника» [13]. Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина осуществляет подготовку бакалавров по направлению «Нанотехнологии и микросистемная техника» [17]. Опытный преподавательский коллектив работает на факультете наук о материалах в Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова, осуществляющем подготовку бакалавров по направлению «Химия, физика и механика материалов», для *которой* разрабатываются и внедряются программы инновационного типа по наноматериалам и нанотехнологиям [30].

В перечень новых направлений, по которым созданы государственные образовательные стандарты третьего поколения, вошли 4 направления магистратуры в области нанотехнологий [21].

Направление подготовки **022200 – Наносистемы и наноматериалы**, квалификация (степень) – «магистр». Федеральный образовательный стандарт устанавливает нормативный срок усвоения образовательных программ в 2 года и трудоемкость в 120 зачетных единиц. Объектами профессиональной деятельности магистров являются наносистемы, наноматериалы и наноустройства для медицины, биологии, химической промышленности, фотоники, оптики, энергетики, робототехники, электроники, технологии их синтеза и методы их исследования. В соответствии с требованиями современных технологий объектами синтеза и исследования могут являться низкоразмерные структуры, в том числе биологически активные, тонкие пленки, нанокомпозиты, нанокерамики, наноструктурированные материалы, в том числе полимерные и на основе биологических молекул, наноразмерные катализаторы, механохимические, электромеханические, электрохимические и биологические наноустройства. Ввиду поступательного развития отрасли и постоянного возникновения новых разработок и технологий список объектов профессиональной деятельности является открытым [36].

Направление подготовки **150100 – Материаловедение и технологии материалов**, квалификация (степень) – «магистр». Федеральный образовательный стандарт устанавливает нормативный срок усвоения образовательных программ в 2 года и трудоемкость в 120 зачетных единиц. Объектами профессиональной деятельности магистров являются: основные типы современных конструкционных и функциональных, неорганических (металлических и неметаллических) и органических (полимерных и углеродных) материалов; композитов и гибридных материалов; сверхтвердых материалов; интеллектуальных и наноматериалов, пленок и покрытий; методы и средства испытаний и диагностики, исследования и контроля качества материалов, пленок и покрытий, полуфабрикатов, заготовок, деталей и изделий, все виды исследовательского, контрольного и испытательного оборудования, аналитической аппаратуры, компьютерное программное обеспечение для обработки результатов и анализа полученных данных, моделирования поведения материалов, оценки и прогнозирования их эксплуатационных характеристик; технологические процессы производства, обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и приспособления; системы управления технологическими процессами; нормативно-техническая документация и системы сертификации материалов и изделий, технологических процессов их получения и обработки; отчетная документация, записи и протоколы хода и результатов экспериментов, документация по технике безопасности и безопасности жизнедеятельности [37].

Направление подготовки **210100 – Электроника и наноэлектроника**, квалификация (степень) – «магистр». Федеральный образовательный стандарт устанавливает нормативный срок усвоения образовательных программ в 2 года и трудоемкость в 120 зачетных единиц. Объектами профессиональной деятельности магистров являются: материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования, технологические процессы производства, диагностическое и технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы решения

типовых задач, современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и нанoeлектроники [38].

Направление подготовки **222900 – Нанотехнологии и микросистемная техника**, квалификация (степень) – «магистр». Федеральный образовательный стандарт устанавливает нормативный срок усвоения образовательных программ в 2 года и трудоемкость в 120 зачетных единиц. Объектами профессиональной деятельности магистров являются: материалы и компоненты нано- и микросистемной техники; приборы, устройства, механизмы, машины на их основе; процессы нанотехнологии и методы нанодиагностики; физико-математические и физико-химические модели процессов синтеза, диагностики и функционирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники; аппаратные и программные средства для моделирования, проектирования и конструирования, получения и исследования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники; алгоритмы решения научно-исследовательских и производственных задач, относящихся к профессиональной сфере [39].

Подготовку магистров по направлению «Электроника и нанoeлектроника» осуществляет Московский государственный институт стали и сплавов (МИСиС) [13]. В рамках работы Научно-образовательного центра по нанотехнологиям МГУ химический факультет Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова осуществляет подготовку магистров по направлению «Композиционные наноматериалы» по специальности 510500 – Химия [28]. В Санкт-Петербургском государственном электротехническом университете «ЛЭТИ» ведется подготовка магистров по следующим направлениям: «Нанотехнология и диагностика», «Нанoeлектроника и фотоника», «Нано- и микросистемная техника» [11]. Подготовку магистров по направлению «Электроника и нанoeлектроника» осуществляет Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР) [18]. Стать магистром по направлению «Нанотехнологии и микросистемная техника (материалы микро- и наносистемной техники)»

предлагает Уральский государственный университет им. А.М. Горького [19].

Таким образом, на современном этапе развития нанотехнологий и системы подготовки специалистов в области нанотехнологий происходит становление элементов непрерывного образования и формирование системы научно-методического сопровождения образовательного процесса в России. Кроме того, наблюдается достаточно высокая динамика освоения этой «территории». Вместе с тем, вопросы методологического уровня обеспечения образовательного процесса требуют осмысления.

1. *Аксенов А.А.* [и др.] Развитие системы подготовки кадров в области наноматериалов: материалы Второго междунар. форума по нанотехнологиям РОСНАНОТЕХ 09. URL: <http://rusnanotech09.rusnanoforum.ru>
2. Концепция образовательной деятельности ГК «РОСНАНОТЕХ».
3. Курс лекций «Фундаментальные основы нанотехнологий» в 2011 году. [Электронный ресурс]. URL: <http://nano.msu.ru/node/299>
4. Курсы по нанотехнологиям в СУНЦ МГУ. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vip-school.ru/onenews.php?newsnumber=1163>
5. Материалы Первой международной конференции с элементами научной школы «Образование в сфере нанотехнологий: современные подходы и перспективы». [Электронный ресурс]. URL: http://www.nanometer.ru/2010/06/01/nt_mdt_214189.html
6. Международный форум по нанотехнологиям Rusnanotech09 [Электронный ресурс]. URL: <http://rusnanotech09.rusnanoforum.ru>.
7. *Мутылина И.Н.* Анализ образовательных программ в области нанотехнологии // Вестник Дальневосточного государственного технического университета. 2010. № 1.
8. Нанотехнология в электронике. [Электронный ресурс]. URL: <http://opts.miet.ru/about/miet/ekt/KFN/nanove.php>
9. Научные направления отделений российской академии наук. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ras.ru/scientificactivity/sciencefields.aspx>
10. Образование в области нанотехнологий на нанофоруме [Электронный ресурс]. URL: http://www.nanometr.ru/2008/11/14/kruglij_stol_54501.html
11. Официальный сайт ЛЭТИ. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.eltech.ru/education/magistrat/index.html>

12. Официальный сайт МИРЭА. URL: http://www.mirea.ru/faculties/day/electronics_faculty.html
13. Официальный сайт МИСИС. URL: <http://misis.ru/ru/1440>
14. Официальный сайт МИЭМ. URL: <http://fe.miem.edu.ru/tree/?id=68>
15. Официальный сайт МИЭТ. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.miet.ru/structure/s/214>
16. Официальный сайт РХТУ. URL: <http://nano.muctr.ru/study>
17. Официальный сайт ТГУ [Электронный ресурс]. URL: http://www.tsutmb.ru/change.php?RAZDEL=vstup_ispyt
18. Официальный сайт ТУСУР. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tusur.ru/ru/faculties/fet/>
19. Официальный сайт Уральского государственного университета. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.usu.ru/usu/opencms/education/magistrate/index.html>
20. По данным интернет-портала министерства образования и науки РФ. [Электронный ресурс]. URL: <http://mon.gov.ru/pro/pnpo/vuz/>
21. По данным интернет-портала министерства образования и науки РФ. [Электронный ресурс]. URL: <http://mon.gov.ru/dok/fgos/7198/>
22. По данным официального сайта Курчатовского института. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kiae.ru/index4.html>
23. По данным сайта международного форума по нанотехнологиям RUSNANOTECH. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rusnano-forum.ru/Home.aspx>
24. По данным Федерального интернет-портала «Нанотехнологии и наноматериалы». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.portalnano.ru>
25. По материалам интернет-сайта Роснано. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rusnano.com/Post.aspx/Show/28069>
26. По материалам интернет-сайта Роснано. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rusnano.com/Post.aspx/Show/29677>
27. По материалам сайта образовательного центра «Участие». [Электронный ресурс]. URL: <http://fondedu.ru/content/view/97/73/>
28. Программа магистерской подготовки «Композиционные наноматериалы». [Электронный ресурс]. URL: <http://nano.msu.ru/education/composites>
29. Программа элективного курса «Введение в нанотехнологии» по химии для учащихся 10-11 классов средней общеобразовательной школы. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.schoolnano.ru/node/112>
30. Сайт факультета наук о материалах МГУ. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fnm.msu.ru/main.php?topic=2>
31. Третьяков Ю.Д. Нанонаука, нанотехнология и nanoиндустрия – тенденции развития // Нанотехнологии функциональных материалов: мат-лы первой Междунар. науч.-техн. конф. URL: <http://nru.spbstu.ru>
32. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования подготовки бакалавра по направлению 210100 – Электроника и микроэлектроника.
33. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования подготовки бакалавра по направлению 222900 – Нанотехнологии и микросистемная техника.
34. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования подготовки бакалавра по направлению 150100 – Материаловедение и технологии материалов.
35. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования подготовки бакалавра по направлению 152200 – Наноинженерия.
36. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования подготовки магистра по направлению 022200 – Наносистемы и наноматериалы.
37. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования подготовки магистра по направлению 150100 – Материаловедение и технологии материалов.
38. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования подготовки магистра по направлению 210100 – Электроника и микроэлектроника.
39. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования подготовки магистра по направлению 222900 – Нанотехнологии и микросистемная техника.
40. Юрьев В.М., Головин Ю.И., Чванова М.С. Создание инновационно-образовательного кластера как одного из механизмов совершенствования подготовки специалистов в области нанотехнологий // Вестник Тамбовского университета. Сер.: Гуманитарные науки. 2008. № 8. С. 9-14.

Поступила в редакцию 27.01.2011