



Ю.Р. Колобов, С.Ю. Боруха,
Белгородский государственный университет

Реализация кластерной системы непрерывного междисциплинарного профессионального образования

в области разработки и освоения наноструктурных материалов и нанотехнологий промышленного и медицинского назначения

В рамках инновационной образовательной программы «Научные технологии. Качество образования. Здоровьесбережение» коллектив Белгородского государственного университета сосредоточил значительные силы на выполнении территориального заказа на кадры и образовательные услуги.

Это в первую очередь относится к проекту междисциплинарной подго-

товки специалистов в области наноматериалов и нанотехнологий промышленного и медицинского назначения по физико-математическим, естественнонаучным, инженерным, медицинским и фармацевтическим специальностям и направлениям. В ходе выполнения проекта должна быть отлажена подготовка кадров, не просто компетентных в своей области, но и способных обес-

печить развитие nanoиндустрии в наукоемких экономических кластерах региона. Задача эта решается с использованием гибкой образовательной структуры, в состав которой входят две специализации, три магистерские и аспирантские программы, две программы интернатуры и ординатуры, три новые учебные дисциплины по программам интернатуры и ординатуры,

19 новых учебных дисциплин и их учебно-методических комплексов по программам высшего профессионального образования. Междисциплинарную подготовку кадров обеспечивают 67 преподавателей университета, из них 21 доктор и 46 кандидатов наук.

ИНТЕГРАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И ПРОИЗВОДСТВА: СОВРЕМЕННОЕ ВИДЕНИЕ

Интеграция образования с наукой и производством осуществляется в ходе деятельности научно-образовательного и инновационного центра «Наноструктурные материалы и нанотехнологии» и центра коллективного пользования научным оборудованием «Диагностика структуры и свойств наноматериалов». Здесь уместно будет вспомнить следующее. Необходимость интеграции науки и образования была признана в качестве одной из стратегических задач развития страны в начале 1990-х. Практически же она стала решаться в 1996 году, когда была принята целевая программа «Государственная поддержка интеграции высшего образования и фундаментальной науки на 1997–2000 годы».

Опыт реализации этой и последующих программ показал, что благодаря интеграции науки и образования результаты научных исследований быстро становятся востребованными, ускоряется освоение достижений фундаментальной науки в образовательном процессе. Однако трансфер этих достижений в практику требует налаженной связи науки и бизнеса, а не только интеграции науки и образования. Как правило, он осуществляется через инновационную инфраструктуру, которая обычно формируется вокруг университетов, через их взаимодействие с крупными промышленными комплексами, средними и малыми

предприятиями региона. Связующим звеном становятся кадры, в том числе студенты и аспиранты.

Современное видение интеграции образования, науки и производства, на наш взгляд, должно базироваться на кластерном подходе. Его применение к структурированию экономики, обоснованию стратегий экономической политики и повышению конкурентоспособности продукции и услуг получило широкое признание в мировой практике. Известно, что кластеры являются основой экономики практически всех промышленно развитых стран [3]. Кластерный подход основан на партнерстве заинтересованных друг в друге субъектов. Однако его использование в социальных системах, включая образование, требует дополнительного обоснования.

По мнению Д.А. Тюкаева, «система организации инновационного кластера должна обеспечивать формирование мотивированной кооперации между всеми его субъектами так, чтобы совокупность рыночных отношений в кластере образовывала непрерывную цепочку между носителями новых знаний, идей, опытно-экспериментальной инфраструктурой и промышленным производством» [3]. Таким образом, система междисциплинарной подготовки специалистов в области наноматериалов и нанотехнологий, формируемая в нашем университете на основе кластерного подхода, отвечает насущной потребности современной экономики — обеспечивает доведение новых знаний до конечного продукта.

УСЛОВИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ РЕАЛИЗАЦИИ КЛАСТЕРНОГО ПОДХОДА

Условия, без которых создание и успешное развитие кластерных струк-

тур практически невозможно, по мнению М.П. Войнаренко, можно сформулировать в виде пяти «И» [1].

Во-первых, это *инициатива*: «инициативные и влиятельные люди из числа предпринимателей, представителей органов власти, общественных организаций, учебных заведений, способные своим авторитетом, умом, организаторскими способностями и знаниями сплотить, заинтересовать и на деле доказать полезность кластеров как для самих их членов, так и для региона» [1].

В Белгородском государственном университете в процессе подготовки и реализации инновационной образовательной программы сложился творческий коллектив, состоящий из профессионалов высшей квалификации, креативно мыслящих, служащих и инновационно направленных молодых исследователей, позволяющий обеспечить реализацию данного условия.

Во-вторых, это *ИННОВАЦИИ*: «новые технологии в организации производства, сбыта, управления, финансирования, способные открыть новые возможности в конкурентной борьбе» [1].

На основе консолидации ресурсов по инновационной образовательной программе, реализуемой по Национальному проекту «Образование», а также по проектам, осуществляемым в рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2012 годы», в научно-образовательном и инновационном центре «Наноструктурные материалы и нанотехнологии» решен ряд серьезных технологических проблем.

Разработаны опытно-промышленные технологии получения нового поколения медицинских имплантатов на основе титановых сплавов: полуфабрикатов ультрамелкозернистых и наноструктурных титановых сплавов для изготовления медицинских костных имплантатов с улучшенными функциональными свойствами. Кроме того, предложены методы модификации поверхности имплантатов из титановых сплавов с целью придания им биоактивных свойств, благодаря использованию которых уменьшается срок реабилитации пациентов, снижается вероятность образования несрастающихся переломов. Подчеркнем,

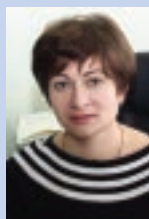


Юрий Романович Колобов

доктор физико-математических наук, профессор, директор Научно-образовательного и инновационного центра наноструктурных материалов и нанотехнологий Белгородского государственного университета. Сфера научных интересов: физическое материаловедение и разработка технологии получения наноструктурных металлических и композиционных материалов технического и медицинского назначения. Автор двухсот пятнадцати научных работ

Светлана Юрьевна Боруха

кандидат педагогических наук, заместитель первого проректора Белгородского государственного университета. Сфера научных интересов: управление образовательными системами, прогнозирование развития образовательных систем. Автор двадцати пяти научных работ



что эти разработки осуществлены с участием студентов специальности «Наноматериалы».

Проведены исследования технологических процессов изготовления объемных металлических наноструктурных материалов. Разработана технология получения ультрамелкозернистой структуры в промышленных полупромышленных титанового сплава ВТ6. Впервые реализована штамповка высокопрочного титанового сплава ВТ6 при понижении температуры на 300 °С. Подготовлена технологическая инструкция получения заготовок сплава ВТ6 с ультрамелкозернистой структурой и изготовления полуфабриката П-образного профиля.

В научно-исследовательской лаборатории химического материаловедения центра «Наноструктурные материалы и нанотехнологии» создана оригинальная технология получения модифицированного жидкого стекла. В числе ее преимуществ – возможность сократить расходы энергии более чем в 10 раз, уменьшить выброс загрязняющих атмосферу веществ, расширить интервал силикатного модуля получаемого стекла. Эта технология может быть реализована в производстве теплоизоляционных материалов, силикатных красок, клеящих и уплотняющих материалов, вяжущих огнеупорных бетонов и жаростойких покрытий.

На основе обогащения, диспергирования и модифицирования сорбционно-активных глин Белгородской области нами созданы сорбенты различного назначения. Синтезирован адсорбент для очистки питьевой, технической и природной воды от нефтепродуктов, радиоактивных изотопов, ионов тяжелых металлов, патогенных микроорганизмов. Получены энтеросорбенты «Смектил» и «Дисмектит», которые в сравнении с немодифицированным сырьем позволяют в 30–35 раз увеличить поглощение патогенных бактерий. Препарат «Дисмектит» по своим сорбционным свойствам превосходит активированный уголь, не обладает токсичными, тератогенными, раздражающими, канцерогенными, кумулятивными, эмбриотоксическими свойствами и имеет широкий спектр показаний медицинского применения.

Обратимся теперь к третьему «И» – информации, подразумевающей «доступность, открытость, обмен знаниями, создание баз данных и веб-стра-

ниц, позволяющих получать преимущества в доступе к рынкам снабжения предметами труда, сбыта продукции, квалифицированной рабочей силе и т.п.» [1].

Обмен информацией с партнерами как в самом университете, так и за его пределами обеспечивается на основе развития веб-сайта. Белгородский государственный университет располагает официальным общедоступным сайтом (<http://www.bsu.edu.ru/>), имеющим поддержку на английском, испанском, турецком, китайском языках и насчитывающим более 20 000 гипертекстовых страниц. В Интрасети вуза и Интернете опубликовано более 35 веб-страниц и сайтов научных центров, подразделений вуза (<http://www.bsu.edu.ru/Struktura/>). Центр «Наноматериалы и нанотехнологии» имеет свою веб-страницу (<http://www.bsu.edu.ru/Struktura/Centers/NanoCentre/>), а центр коллективного пользования научным оборудованием – свой веб-сайт (<http://ckp.bsu.edu.ru/page.php?2>).

Число посещений сайта университета за период с 1999 года составило более 6,3 млн. Обратная связь с пользователями осуществляется посредством электронной почты, рубрики «Вопрос–ответ» на сайте инновационной образовательной программы (<http://iop.bsu.edu.ru/iop/guest/>), опросов и форумов на ряде сайтов факультетов.

Важный фактор информационной открытости наших исследований и разработок – организуемые совместно с партнерами научные и методические совещания, семинары и конференции. Например, на базе центра «Наноструктурные материалы и нанотехнологии» при участии представителей ведущих горнодобывающих предприятий региона, включая ООО «Металл-групп», ОАО «Оскольский электрометаллургический комбинат», филиал предприятия «Яковлевский рудник» и Стойленский горно-обогатительный комбинат, а также отечественных и зарубежных ученых и специалистов проведена целая серия семинаров. На них рассмотрены проблемы анализа и моделирования минеральных систем, современные методы электронной просвечивающей, растровой и зондовой микроскопии сверхвысокого разрешения, перспективы использования высокоразрешающих электронных микроскопов для решения актуальных задач материаловедения и физики конденсированного состояния

и другие темы, обсуждение которых позволило определить стратегию развития кластерной системы.

Существенным фактором развития информационных возможностей субъектов кластерной системы станет депозитарий ноу-хау, создаваемый на базе Регионального центра интеллектуальной собственности университета. А базы данных публикаций наших ученых и данных об оборудовании с возможностью построения гибких запросов позволят открыть доступ к базе знаний, накапливаемых в Белгородском государственном университете, и превратить его в центр коллективного пользования научным оборудованием российского значения.

Очевидно, что основополагающим условием развития кластерной системы является еще одно «И», а именно интеграция, которая «предусматривает использование новых, кластерных технологий сотрудничества фирм на отраслевом и территориальном уровнях при поддержке науки и органов власти» [1].

Интеграция нашего университета с партнерами основана на том, что центр «Наноструктурные материалы и нанотехнологии» проводит опытно-конструкторские работы и организует мелкосерийное производство полуфабрикатов ультрамелкозернистых и наноструктурных титановых сплавов (прутка, штрипса) для изготовления медицинских имплантатов, а также организует опытно-промышленный участок по нанесению биоинертных и биоактивных покрытий. Разрабатываются новые конструкции имплантатов, планируется их промышленный выпуск совместно с Всероссийским научно-исследовательским проектным институтом медицинских инструментов. К 2010 году объемы выпуска коммерциализованной высокотехнологичной продукции для восстановительной костнопластической хирургии и стоматологии составят не менее 80 млн рублей.

В соответствии с планом работ по договору о сотрудничестве университета и опытно-экспериментального завода «ВладМиВа» отработана опытно-промышленная технология синтеза наногидроксиапатита, проведена аттестация химического состава и структуры этого соединения. Наногидроксиапатит используется в качестве одного из компонентов стоматологи-

ческого материала нового поколения «Нанофлюор», способствующего реминерализации дентина глубокой кариозной полости и нормализации состояния пульпы зуба. Предполагаемые объемы производства препарата «Нанофлюор» – 10 000 упаковок в месяц.

В лаборатории ионно-плазменных технологий центра «Наноструктурные материалы и нанотехнологии» разработана и защищена патентами Российской Федерации оригинальная технология получения твердых легированных наноструктурных углеродных алмазоподобных покрытий, применяемых для улучшения служебных характеристик изделий промышленного и медицинского назначения. Технология реализована для увеличения электропроводности и повышения износостойкости чувствительных элементов (кантилеверов) сканирующих зондовых микроскопов, серийно выпускаемых компанией НТ-МДТ в Зеленограде. Организован участок модифицирования кантилеверов серийных моделей сканирующих зондовых микроскопов, поставляемых в 20 стран мира. Показана высокая эффективность (существенное повышение треморезистентности, износостойкости поверхности и срока службы изделий) освоения в клинической и производственной практике корпусов искусственного клапана сердца, стоматологических боров и других изделий и конструкций медицинского и технического назначения с напыленным наноструктурным углеродным алмазоподобным покрытием.

Безусловно, не все ресурсы в деле интеграции университета с внешними партнерами на сегодняшний день исчерпаны. Впереди – освоение технологий, востребованных горно-металлургической промышленностью.

Наконец, последним по счету, но не по значению условием развития кластерной системы является соблюдение *интереса*, который стимулирует деятельность предпринимательских и других организаций, предусматривая получение ими определенной экономической выгоды [1].

Интерес университета в создании кластерной системы образования в области разработки и освоения наноструктурных материалов и нанотехнологий промышленного и медицинского назначения основан в первую очередь на необходимости создания гибкой

образовательной структуры опережающей междисциплинарной подготовки кадров по физико-математическим, естественным, техническим, медицинским и фармацевтическим направлениям подготовки и специальностям. Это позволит обеспечить первоклассными специалистами наукоемкие отрасли экономики и социальной сферы региона: металлургию, машиностроение, фармацевтическую промышленность, медицину и др. Заинтересованность университета подкрепляется убеждением, что привлечение кадровых, финансовых и организационных ресурсов позволит сформировать на его базе центр инновационного развития образования, науки и культуры.

Что касается заинтересованности партнеров университета, то она обусловлена возможностью пополнения своих коллективов кадрами, подготовленными к работе на современном аналитическом и опытно-промышленном оборудовании, получившими знания в сфере наноматериалов и нанотехнологий, а также навыки исследовательской деятельности, умеющими работать в команде, способными выполнять проектные задания. Очевидно также их заинтересованность в получении результатов исследований, проводимых учеными университета. Нет нужды говорить о том, что для развития инновационного предприятия необходимы существенные инвестиции в собственные научно-исследовательские и конструкторские подразделения. Сотрудничество с университетом позволяет экономить эти средства, привлекая его ученых и используя приборную базу центра коллективного пользования.

Прочные связи между университетом и предприятиями нашего региона делают участников кластерной системы более сильными и динамичными, в отличие от тех вузов и предприятий, которые работают поодиночке. Кооперация и сотрудничество дают стимулы к поиску новых, более совершенных методов работы.

КЛАСТЕРНАЯ СИСТЕМА ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ

Какие же субъекты входят в кластерную систему междисциплинарной подготовки специалистов Белгородского государственного университета?

Это прежде всего учебно-научный и инновационный комплекс (кластер) «Материаловедение и нанотехноло-

гии», который представляет собой структурный компонент инновационной системы университета, интегрирующий образование, фундаментальные и прикладные исследования, опытно-конструкторские разработки, производство и продвижение наукоемкой продукции в области разработки и применения наноматериалов и нанотехнологий. Одновременно он является инфраструктурным элементом кластерной системы непрерывного междисциплинарного профессионального образования в области разработки и освоения наноструктурных материалов и нанотехнологий промышленного и медицинского назначения.

В числе основных целей комплекса «Материаловедение и нанотехнологии»:

- подготовка высококвалифицированных специалистов, обладающих профессиональными предметно-специализированными компетенциями в области разработки и исследования наноматериалов и применения нанотехнологий;

- активизация фундаментальных и прикладных исследований по приоритетному направлению развития науки, технологий и техники в Российской Федерации: индустрия наносистем и наноматериалов;

- создание системы эффективного взаимодействия с рынком наукоемкой продукции и высоких технологий за счет внедрения непрерывного инновационного цикла – от фундаментальных и прикладных исследований до реализации инновационного продукта в сфере наноматериалов и нанотехнологий.

Комплекс имеет блочную структуру (рис. 1).

1. Научно-образовательный блок:

- физический факультет;

- базовые кафедры совместно с академическими, вузовскими и производственными структурами.

2. Научно-исследовательский блок:

- научно-образовательный и инновационный центр «Наноструктурные материалы и нанотехнологии», в состав которого входят лаборатории: органического материаловедения; биоматериалов; наноразмерных порошковых материалов; теоретических исследований и компьютерного моделирования;

- центр коллективного пользования научным оборудованием «Диагностика структуры и свойств наноматериалов»;

- лаборатория исследования минерального сырья;
- лаборатория анализа и моделирования структур и текстур руд;
- лаборатория ионно-плазменных технологий;
- лаборатория химического материаловедения;
- лаборатория диагностики структуры вещества;
- лаборатория объемных наноструктурных материалов;
- лаборатория механических свойств наноструктурных и жаропрочных материалов.

3. Научно-производственный блок:
– опытно-промышленное производство.

4. Инфраструктурный (организационно-управленческий) блок.

Комплекс «Материаловедение и нанотехнологии» образован для организации, координации и проведения научно-исследовательских, опытно-конструкторских, проектно-технологических,

гид является кафедра материаловедения и нанотехнологий физического факультета. Для обеспечения научно-образовательного процесса сотрудниками нашего университета в сотрудничестве со специалистами Московского института стали и сплавов и Института прочности и материаловедения Сибирского отделения РАН подготовлены учебно-методические материалы «Лабораторный практикум по электронной микроскопии» и учебно-методические материалы «Компьютерное моделирование наносистем и нанотехнологий», обеспечивающие методическое сопровождение специализации и специальных практикумов для студентов, проводимых на новейшем оборудовании научно-образовательного и инновационного Центра наноструктурных материалов и нанотехнологий. Преподавателями университета в процессе реализации инновационной образовательной программы созданы 8 учебно-методических

и нанотехнологий в промышленности и медицине обеспечивает [2]:

- поиск эффективных лидеров развития высоких технологий и бизнеса через подготовку и защиту выпускных квалификационных работ (дипломных и магистерских) выпускниками университета;

– выращивание эффективных лидеров путем привлечения специалистов и магистров к продолжению образования в целевой аспирантуре технического и экономического профиля;

- ориентацию выпускников на трудоустройство в малые производственные предприятия с новыми рабочими местами по результатам защиты диссертации и разработки бизнес-плана;
- интеграцию новых продуктов деятельности выпускников в образующие предприятия региона.

Эксперимент, реализуемый в Белгородском государственном университете в рамках инновационной образовательной программы, может рассматриваться как вариант реализации гибкой сетевой структуры интеграции науки и образования, созданной на основе многосторонних соглашений и объединяющей университет, академические институты, вузы и предприятия.

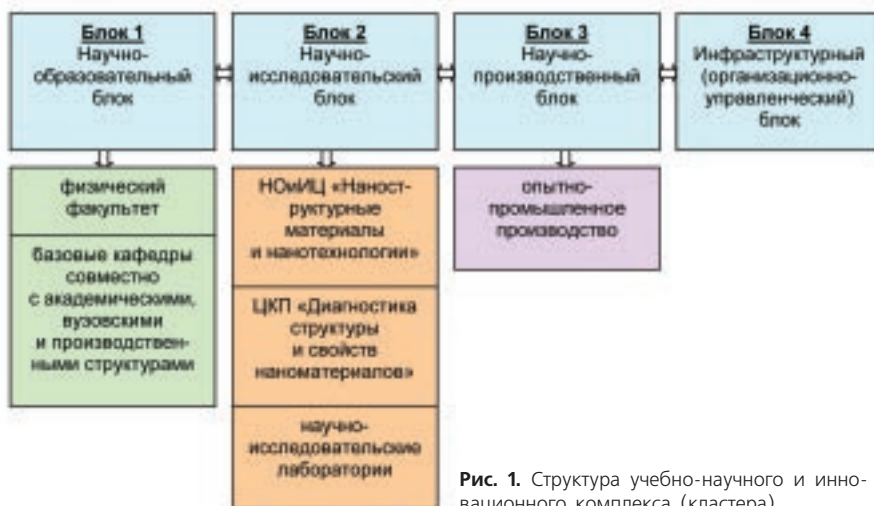


Рис. 1. Структура учебно-научного и инновационного комплекса (кластера)

проектно-исследовательских и внедренческих работ по созданию и реализации научной продукции в рамках государственных научно-технических программ, поручений Минобрнауки России и других заказчиков в соответствии с профилем научных направлений. Его деятельность направлена на создание наукоемкой научно-технической продукции и конкурентоспособных образцов новой техники и материалов, ориентированных на рынок высоких технологий и их коммерциализацию.

Ключевым звеном реализации образовательного процесса в структуре кластерной системы междисциплинарной подготовки специалистов в области наноматериалов и нанотехноло-

комплексов по физике, наноматериалам и биологии, а также электронные пособия по основным курсам, связанным с наноматериалами и нанотехнологиями.

Наконец, своего рода заключительным звеном в системе подготовки кадров высшей квалификации является действующий в университете специализированный совет по защите докторских и кандидатских диссертаций по физико-математическим и техническим наукам.

Механизм функционирования кластерной системы непрерывного междисциплинарного профессионального образования в области разработки и освоения наноструктурных материалов

Литература

1. Войнаренко М.П. Кластерные технологии в системе развития предпринимательства, интеграции и привлечения инвестиций // Regional forum «Social Aspects and Financing of Industrial Restructuring». International labor organization. United Nations economic commission for Europe. 26 and 27 Nov. 2003, Moscow, Russian Federation. Режим доступа: www.unece.org/ie/wp8/documents/voynarenko.pdf

2. Дятченко Л.Я., Давыденко Т.М., Колобов Ю.Р., Ситникова М.И. Кластерная система непрерывного междисциплинарного профессионального образования в области разработки и освоения наноструктурных материалов и технологий промышленного и медицинского назначения // Инновации. 2007. № 12.

3. Тюкаев Д.А. Управление инновационным развитием экономики муниципального образования на основе кластерного подхода: автореф. дис. ... канд. экон. наук. Саратов, 2006.