

Весна нанотехнологического образования



Академики РАН В.М.Бузник (Институт физико-химических проблем керамических материалов РАН, Москва) и Ю.Д.Третьяков (МГУ, Москва) на обсуждении проблем образования на круглом столе «Образование в области наноматериалов и нанотехнологий», Новосибирск, 14 марта 2007 г.

Нанотехнологии и наноматериалы гордо шествуют по миру. Эта волна докатилась и до России. Наряду с постепенной реализацией Болонского процесса в Российской Федерации это, конечно же, бросает вызов научному сообществу и ВУЗам, особенно инновационным, как практически воплотить в жизнь самые передовые идеи, связанные с подготовкой будущих поколений исследователей в этой несомненной перспективной и передовой области науки и техники, имеющей к тому же огромную социальную значимость.

С 13 по 16 марта 2007 г. в Новосибирске прошла II Всероссийская конференция по наноматериалам и IV международный семинар «Наноструктурные материалы, Беларусь-Россия». Научному сообществу было представлено 120 пленарных и секционных, 280 стендовых докладов по направлениям: «Получение и свойства наноматериалов»; «Методы исследования»; «Теоретические вопросы» и «От науки к инновациям». Однако одним из самых интересных мероприятий по мнению большинства участников был **круглый стол «Образование в области нанотехнологий и наноматериалов»**, который прошел под председательством декана факультета наук о материалах МГУ им.М.В.Ломоносова академика РАН Ю.Д.Третьякова. Во время круглого стола, собравшего вместе ведущих специалистов России, Белоруссии и Украины, обсуждались многие вопросы инновационного образования в новой междисциплинарной области наноматериалов и нанотехнологий, а также участие научно-образовательных центров, центров коллективного

пользования в образовательном процессе, инновационная, маркетинговая деятельность и коммерциализация достижений нанотехнологий.

О роли «инновационных университетов» в развитии образовательных программ в области наноматериалов и нанотехнологий выступил зам. декана ФНМ МГУ Е.А.Гудилин. Он рассказал об опыте и проблемах реализации подпроекта «Новые материалы и химические технологии» на ФНМ МГУ им.М.В.Ломоносова, выполняемого в рамках формирования системы инновационного образования МГУ. Участники конференции высоко оценили этот опыт, что нашло отражение в официальных решениях конференции. Особо были отмечены усилия ФНМ МГУ по развитию российского Интернет-портала по наноматериалам и нанотехнологиям www.nanometer.ru, который призван объединить и активизировать российское нанотехнологическое сообщество, а также популяризовать знания в области наноматериалов. При этом создание портала было воспринято присутствующими как несомненное достижение инновационного проекта МГУ, востребованное исследовательскими группами, работающими в данной области. На этом же сайте, кстати, находится отчет о конференции и о проведенном круглом столе по адресу: <http://www.nanometer.ru/2007/03/14/nanomateriali.html>

Основным результатом круглого стола следует считать признание высочайшей актуальности развития новых отечественных подходов к комплексной, теоретической и практической подготовке высококвалифицированных специалистов в области наноматериалов и нанотехнологий, отмечались

большая роль научно-образовательных центров, инновационных образовательных программ и центров коллективного пользования в решении данной задачи. Ниже приведены лишь несколько злободневных выступлений участников круглого стола, которые, однако, вполне характеризуют открытость и непредвзятость состоявшегося обсуждения.



**Академик РАН
Ю.Д.Третьяков (МГУ):**

«Ситуация, которую мы сейчас наблюдаем в научном сообществе, напоминает мне то, что происходило 20 лет назад и называлось «высокотемпературной сверхпроводимостью». Тогда синтез РЗЭ-барьерных купратов, способных находиться в

сверхпроводящем состоянии при температуре жидкого азота, дал возможность привлечь к ВТСП внимание огромного числа людей, как сейчас к наноматериалам и нанотехнологиям. Но тогда, чтобы сделать какой-то шаг вперед, было достаточно иметь лишь термическое оборудование, доступ к дифрактометру, жидкий азот и простейшую магнитную установку, чего нельзя сказать о наноматериалах и нанотехнологиях. Для них необходимы приборы нового поколения, и если мы ими не располагаем, то вся наша деятельность превращается в пустую болтовню. Что касается образования, то имеется два направления, одно из которых реализуется в Европе, а другое – в Америке, причем они довольно принципиально отличаются друг от друга. Если в ряде европейских стран было предложено реализовать образовательные программы, узко направленные на наноматериалы и нанотехнологии, то большинство американских университетов придерживается той точки зрения, что это часть более общей проблемы наук о материалах и, следовательно, надо, как и прежде, готовить специалистов фундаментального профиля, нацеленных на хорошее знание химии, физики, механики материалов.»



Член-корр. РАН Е.А.Гудилин (МГУ): «В реализации инновационной программы ФНМ МГУ вовлечены как преподаватели ФНМ, так и сотрудники других факультетов МГУ и институтов РАН. За прошедший год удалось сделать многое: совершенствовать

балльно-рейтинговую систему, разработать макет образовательного стандарта третьего поколения по направлению «Химия, физика и механика материалов», улучшить учебно-методическую работу, систему научно-практических конференций магистрантов, позволяющую оттачивать целый ряд социально-личностных и профессиональных компетенций. Создана **аналитическая лаборатория** для проведения научной и экспериментально-практической работы магистрантов. Магистранты вовлечены в активнейшую научную работу по проектам ФЦНТП, РФФИ, DFG, Euler, DAAD, что сопровождается уже сейчас выходом большого количества статей, повышением практических, организационных навыков магистрантов, а также улучшением их материального положения. Заключены

договора об учебно-научном сотрудничестве с НТЦ «Бакор» и химическим факультетом Дуйсбурга-Эссена, (Германия), ведутся переговоры с компаниями Saint Gobain (Франция), Micromasch USA и др. За 2006 год **более 60 студентов и аспирантов** ФНМ МГУ побывали в зарубежных командировках. Повышение академической мобильности магистрантов происходит путем их участия в международных конференциях и школах. В частности ФНМ МГУ совместно с университетом г. Бохума (Германия) организовал Международную Российско-немецкую школу «Материалы – синтез, исследование и свойства», которая с большим успехом прошла в этом году в Германии. На официальном сайте ФНМ www.fnm.msu.ru создана страница «Инновационный Университет», начата реализация глобального Интернет-проекта по популяризации знаний о наноматериалах, инновационной образовательной деятельности и научных достижений факультета наук о материалах. Были приобретены права на доменное имя www.nanometer.ru, где размещен общероссийский портал по наноматериалам. Впервые начат выпуск ежемесячного информационного бюллетеня «Нанометр», который располагается на официальном сайте ФНМ и рассылается по электронной почте (порядка 600 адресов), а также в виде бумажных копий (порядка 150 адресов) – членам РАН, представителям ВУЗов и компаний, работающих в области наноматериалов. ФНМ МГУ организован ежегодный конкурс на присуждение Премии имени чл.-корр. РАН, профессора МГУ Николая Николаевича Олейникова **за исследования в области неорганической химии твердого тела и химии наноматериалов**. На сайте международного портала по водородной энергетике <http://www.hydrogen.ru/> и на главной странице международного электронного журнала www.isjaee.hydrogen.ru (Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология») размещена информация о ФНМ МГУ. В рамках **Фестиваля Науки МГУ** 27-29 октября проведена выставка-конкурс научных фотографий микроструктур материалов и наноматериалов, полученных магистранами и аспирантами ФНМ. Целью выставки явилась популяризация научных достижений факультета для широкого круга потенциальных абитуриентов и демонстрация результатов, полученных с использованием оборудования ЦКП. Выполнение ИОП на ФНМ МГУ позволило существеннейшим образом улучшить учебно – методическую работу, а также создать неоспоримый задел по переводу учебного процесса на кредитно-модульную систему. С точки зрения обеспечения устойчивого развития факультета в будущем инновационный проект позволил начать формирование новой, инновационной, модели подготовки конкурентоспособных магистрантов, включая их профилизацию как **«думающих» операторов современного научного оборудования** и исследователей, способных коммерциализировать результаты своей научной деятельности. С материально-технической точки зрения, ИОП позволила приобрести уникальное научное оборудование, грамотная эксплуатация которого поможет не только усилить эффективность и плодотворность научно-исследовательской работы магистрантов, но и привлечь к учебным программам и программам дополнительного образования ФНМ МГУ широкий общественный и профессиональный интерес.

Общей стратегией реализации подпроекта в 2007 г. является создание оригинальных учебных курсов и введение смешанных форм **дистанционно-очного дополнительного образования** в области наноматериалов и нанотехнологий, сопряженное с

комплексным развитием приборного парка ФНМ для научной и образовательной видов деятельности. В 2007 году планируется:

- поставка и установка **электронно-ионного микроскопа FEI** для работы с единичными нанообъектами и создания схем измерения их электрофизических характеристик.

- разработка **учебных DVD видеофильмов** и мультимедийных лекций по наноматериалам и нанотехнологиям.

- разработка **видеоруководств по современным методам анализа материалов** на оборудовании отделения ФНМ центра коллективного пользования МГУ для программ дополнительного образования, дистанционной подготовки, создания нового спецпрактикума.

- подготовка и публикация научно-популярной книги карманного формата **«Нанотехнологии. Азбука для всех»**, а также создание виртуального (гипертекстового) учебника по нанотехнологиям на основе подготовленных материалов.

- создание **виртуального гида по микроструктурам и свойствам** современных материалов, включающего в себя обучающие гипертекстовые и видеоматериалы по оптической, атомно-силовой и электронной микроскопии, а также библиотеку микрофотографий структур различных классов неорганических материалов, наноматериалов и наноконструктов.

Все вышперечисленное методическое и программное обеспечение будет использовано для открытия и функционирования **программ дополнительного образования ФНМ «Наноматериалы и нанотехнологии», «Разработка и создание современных материалов для наукоемких технологий», «Современные методы исследования материалов»**.



Проф. Р.А. Андриевский (ИПХФ, г.Черноголовка): «Мне хочется поделиться с вами некоторыми соображениями по образованию. Прежде всего, что представляет из себя мировое образовательное пространство? **Пропаганда образования в области нантехнологий в США и**

Японии затрагивает всех – от воспитанников детских садов, до пенсионеров, включая и учащихся университетов, и колледжей, и прочее. Европейские образовательные программы ориентируются на узкое профилирование, но, тем не менее, скажем, в магистерском курсе стекаются обычно разные школы – химия, физика и астрономия, инженерная механика и материаловедение. График роста числа публикаций в области наноматериалов (порядка 200 статей в день) показывает, что **нанотехнологическая литература значительно опережает публикации по полупроводникам, сталям и сверхпроводникам**. Конечно, образование должно считаться с этим драматическим ростом и, следовательно, обновление лекционных курсов по нанотехнологиям должно быть быстрым и интенсивным. Сейчас издается **50 специализированных журналов** по наноматериалам, из них 13 появилось в прошлом году, в 2007 году уже прорекламировано 4 журнала, **ежедневно проходит 1-2 международных конференции** или симпозиума, выходит из печати **1-2 монографии** - и это все должно учитываться лекторами, преподавателями и студентами. В образовании должен быть **меж-** и

мультидисциплинарный подход. Нам нужно обратить внимание и на то, что **компьютерное материаловедение** не очень развито в наших лекционных программах и, конечно, ориентироваться на подготовку специалистов **широкого профиля**, чем всегда славилась советская и российская школа. И мы должны преодолевать **барьеры между учеными**. Все мы вышли из химии, физики, материаловедения, механики и т.д. и мы знаем, порой какие затруднения возникают при обсуждении научных проблем между исследователями различного профиля. Нанотехнологии и нанонаука этого не терпят.»



Академик В.М.Бузник (руководитель инновационно-технологического центра РАН): «Круглый стол посвящен сегодня двум темам – инновациям и нанотехнологиям. В чем их общность? Общность состоит в том, что **эти термины**

наиболее употребимы во всех речах политиков, ученых и т.д. Вторая общность состоит в том, что и в том, и в другом случае **отсутствуют четкие определения**. И если и нанотехнологии, и нанообъекты – удел ученых, наш удел, то инновационные процессы – вещь **социальная**. А если так, то должно быть дано юридическое определение, поскольку инновационная деятельность приводит к каким-то финансовым вопросам, материальным благам, после чего начинаются большие споры. К глубокому сожалению, в России определения инновационной деятельности нет как такового ... и поэтому **под инновациями, как и под нанотехнологиями, каждый часто понимает то, что ему удобно**. Что же понимать по поводу «инновационных университетов»? Если давать филологическое определение, то инновация – это новшество, а в словаре Даля говорится, что инноватор, предприниматель – это человек, который вершит что-то новое, приводящее к хорошим результатам. Поэтому у меня складывается такое впечатление, что Правительство РФ, когда дает деньги, то предполагает, что будет какая-то образовательная, научная или техническая деятельность, которая приведет к результатам экономического характера. Если же под инновациями понимать новые формы преподавания, что тоже имеет право на существование, это совсем другое. Как же следует преподавать вопросы инновационной деятельности? Когда я начал заниматься инновационной деятельностью, то столкнулся с тем, что то, что пишут люди-экономисты или занимающиеся управленческими вещами, человеку, вышедшему из физики, химии читать не то, что сложно, а просто **вредно и опасно**, поскольку терминология и подходы таковы, что вы в реальной жизни никоим образом свои результаты никак не продвинете. В связи с этим возникает закономерный вопрос – кто должен преподавать эти курсы? Экономисты утверждают – мы должны прийти, читать, как должны идти финансовые потоки, как все должно двигаться, и вообще, паровоз – не средство транспорта, а увеличение капитализации. Мое глубокое убеждение, что химикам и физикам инновационную деятельность должны преподавать те люди, которые **прошли все требуемые ступени, имеют собственный опыт инновационной деятельности**, поскольку теоретические модели, просчитанные на американцах, существенно отличаются от реалий нашей жизни. Я читал подобный курс, который назывался *«Управление и исследования инновационной деятельности»*, на *факультете наук о материалах МГУ* и потом, по его завершению, я сделал опрос студентов. Я

выяснил, что отношение студентов к курсу и поднятой проблематике было весьма заинтересованное. Они понимали курс и говорили, что это – необходимость, это то, что приучает к реалиям современной жизни. Мы должны выпускать людей не только с хорошим научно-техническим уровнем, но и не боящихся уметь получать материальную выгоду от своей профессиональной практической деятельности. Как говорил Бисмарк, **умный человек учится на чужих ошибках**, так пусть эти умные ребята учатся лучше на сделанных мною ошибках и никогда не повторят их сами!»



Академик РАН Ф.А.Кузнецов (Ин-т неорг. химии СО РАН):

«У меня несколько очень простых соображений, первое из которых, не для того, чтобы хвалить друзей, заключается в том, что *факультет наук о материалах МГУ* – очень **важное явление** для нашей страны. Я говорю это по той причине, что его опыт обязательно нужно

распространить на ряд других Российских университетов и, например, Новосибирский, Томский и Красноярский университеты уже готовы к тому, чтобы на хорошем уровне этот опыт перенять. Кроме того, очевидно, что мы все-таки говорим на разных языках. Мне вообще кажется, что термин «наноматериалы» - неудачный. Термин «ультрадисперсные» - **более подходящий**, поскольку на разных свойствах *размерные эффекты* проявляются на различных диапазонах размеров. ... И нельзя говорить, что мы занимаемся общими фундаментальными вопросами и остальное никого не интересует. **Нанотехнологии – наука прикладная.** Сейчас настолько засорено информационное пространство, что справиться с этим практически невозможно. Нужны выверенные **базы данных** по наноматериалам, и мы имеем весьма положительный опыт деятельности в данном направлении. И последнее. Возможно, с использованием опыта и инициативы собравшийся здесь представительной аудитории следует сформировать постоянно действующий комитет, который начал бы заниматься **наведением порядка в терминологии, системе понятий** и т.д.»



Проф. О.Л.Хасанов (Томский Политехнический

Университет, г.Томск): «Я бы хотел акцентировать внимание на проблеме **трудоустройства** специалистов в области наноматериалов и нанотехнологий. Да, сейчас – нанобум, сейчас у студентов есть интерес к этому

направлению, они с удовольствием интересуются, вникают во все вопросы, но *что* мы им можем предложить в качестве трудоустройства? Где они будут работать, какую *карьерную траекторию* изберут, где приложат знания и силы? Наверное, сегодня внятно можно предложить собственно только **научно-образовательные центры**. Нам самим сейчас нужны специалисты и получается, что мы *готовим специалистов для себя*. Однако это, скорее всего, - не все, что ожидают

студенты от нас. Они хотят коммерциализировать продукцию. К сожалению, сейчас по пальцам можно перечислить предприятия, фирмы, которые адекватно понимают, что такое наноматериалы, нанотехнологии, **нет еще наноиндустрии у нас**, надо откровенно сказать, поэтому предложить места распределения пока очень сложно. Зарубежом, конечно, таких возможностей больше, но это совсем не означает, что мы должны готовить специалистов для зарубежья. Нам **нужно поднимать свои нанотехнологии**. Как мы предлагаем решать эту проблему? В ТПИ в этом году наш *инновационный проект* поддержан Рособрнауки, образовательная платформа по наноматериалам и нанотехнологиям, которую мы в этот проект включили, - самая крупная. Мы планируем решать эту задачу с применением такого подхода, чтобы найти **стратегических партнеров и в России, и зарубежом**. В последнем случае необходимо реализовать учебный процесс так, чтобы студенты получали **двойной диплом**. Это широко открывает двери выпускникам для работы, как в России, так и зарубежом. Сейчас происходит переход на двухуровневую образовательную систему. Но куда пойдут бакалавры в области наноматериалов и нанотехнологий, куда пойдут магистры? Этого сейчас мы не знаем. Поэтому мы должны двигаться поэтапно, шаг за шагом, сначала показываю **пример успешного карьерного роста выпускников в наших структурах**, обеспечивая их траекторию в ведущих учебных и научных центрах России.»

Академик Ю.Д.Третьяков: «В ответ на предыдущее выступление я хотел бы сказать, что в проекте национальной программы записано, что мы в ближайшее время (6-8 лет) должны подготовить **30-40 000 специалистов в области нанотехнологий**. В мировом масштабе эта цифра оценивается *5-6 миллионами*. Разумеется, мы можем ожидать того момента, когда будут созданы коммерческие или государственные предприятия, потребляющие таких специалистов, но я боюсь, что если образовательную деятельность мы не начнем немедленно, то тогда возможность создания таких предприятий окажется под большим вопросом. Нужны люди, которые понимают суть проблемы.»



Проф. А.Д.Коротаев (Томский Государственный Университет, г.Томск):

«Исходя из того опыта, который у нас есть, я считаю, что подготовка специалистов по наноматериалам и нанотехнологиям должна быть **только на междисциплинарной основе**. При этом подготовка может успешно реализоваться только **при наличии необходимой приборной базы**.

Просто так говорить о нанотехнологиях это, в общем-то, дискредитация самой идеи. **Интеграция между ВУЗами и академическими институтами** может реализоваться лишь тогда, когда будет встречное движение, чему должно объективно способствовать то, что совместный научно-образовательный центр имеет такой парк оборудования (Центр коллективного пользования), который недоступен по отдельности ни ВУЗу, ни академическому институту. Подготовка специалистов в области материалов бессмысленна, если она не будет сопровождаться **активной научной работой**, предполагающей использование современного научного

оборудования, что как раз и может быть достигнуто в рамках НОЦ. Считаю также, что студенты должны начинать заниматься научной работы **уже на младших курсах**, без этого полноценной подготовки не будет. Все эти факторы важны для успешной реализации образовательных программ.»



Проф. А.К.Федотов (Белорусский Государственный Университет, г.Минск):

«...На Страсбургской конференции по материаловедению впервые была секция, которая называлась «Образование в области материаловедения», три из четырех дней на которой было посвящено **нанотехнологическому образованию**. Не менее одной трети из выступавших на конференции отмечали существование нескольких проблем. Первая из них – как сориентировать **абитуриентов**, которые придут и станут студентами, от чего потом будет зависеть уровень специалистов, как привлечь их, чтобы наноматериаловедение и нанонаука стали бы интересны. Дело в том, что, по крайней мере, в Европе кроме положительной агитации в пользу нанонауки существует масса негативной информации и антиагитации со стороны экологов, медиков, и пр. И это очень сильно расслаивает абитуриентов и студентов, в силу чего многие не хотят специализироваться в области нанотехнологий. Какие существуют методы привлечения лучшей части абитуриентов в эту область? Во-первых, европейцы организуют летние школы. При этом, как ни странно, наилучшими руководителями на таких школах выступают не профессора, а **студенты младших курсов**. Они лучше привлекают школьников, чтобы они связывали свою жизнь с нанонаукой. И вторая проблема, с которой мы столкнемся, когда пройдет нанотехнологический бум и начнется рутинная работа, связана с тем, что мы тоже вынуждены будем привлекать студентов **не просто красивыми словами**, а серьезными вещами. Европейцы сделали массу разных опросов, и выяснили любопытную вещь. Студенты младших курсов не думают о своей перспективе, о профессии, которая их ждет, которую они должны выбрать. Они думают, какая **высокооплачиваемая работа** ждет их через 3 года. И если мы не подумаем об этом, не предложим им рынок труда с соответствующей оплатой, тогда мы не получим таких студентов и таких специалистов. Я согласен с тем, что аппаратура – это железо, классные преподаватели – это очень хорошо, но какой контингент мы будем получать, когда у нас все войдет в норму и технологическое образование станет системным и рутинным – это большой вопрос и мы должны готовиться к тем трудностям, с которыми уже сейчас столкнулась Европа. Стратегия, которую приняли американцы, прагматична и очень разумна с их точки зрения. Они сейчас вкладывают деньги в Европу, создавая **лагеря и летние школы** для студентов, причем они системно создаются не только в Европе, но и в Индокитае, Латинской Америке. Американцы намерены затем «выкачивать» лучших студентов себе, они уже сейчас их «прикармливают». Таким образом, и у нас есть риск, что готовить наших студентов мы будем не себе, а их будут просто «приобретать» американцы. И к этому тоже надо быть готовыми.»



Член-корр. РАН Н.З.Ляхов (директор института химии твердого тела и механохимии СО РАН, зам. Председателя оргкомитета НАНО2007, г.Новосибирск)

завершил дискуссию и подвел итоги словами об очевидной и жизненно важной необходимости подготовки новых поколений молодых талантливых исследователей для поступательного развития передовых технологий Российской Федерации.

Учитывая большой интерес научного сообщества к общероссийским встречам ученых с целью обмена опытом и формирования межрегиональных консорциумов в области интенсивно развивающегося междисциплинарного направления наноматериалов и нанотехнологии, оргкомитет конференции признал необходимым продолжить практику проведения Всероссийской конференции по наноматериалам каждые 2 года в различных регионах России.

Материал собран и подготовлен

Е.А.Гудилиным (goodilin@inorg.chem.msu.ru, ФНМ-Химфак МГУ)

Е.А.Киселевой (kiseleva@inorg.chem.msu.ru, ФНМ МГУ)