

Нанотехнологии и материалы на выставке "NTMEX-2006"

Третья специализированная выставка нанотехнологий и материалов "NTMEX-2006" проводилась в Москве 5-7 декабря 2006 г. Организаторами выступили: Департамент науки и промышленной политики г. Москвы, Московский комитет по науке и технологиям, ООО "Компания МКМ ПРОФ" и ООО "ГалаТэк".

Деловая программа включала в себя широкий спектр мероприятий.

В частности, было проведено Выездное заседание Координационного Совета по развитию нанотехнологий при Комитете Совета Федерации ФС РФ по науке, культуре, образованию, здравоохранению и экологии. На заседании рассмотрены вопросы, связанные с перспективами применения нанотехнологий в сфере городского хозяйства. Со вступительным словом, в котором были кратко сформулированы проблемы развития отрасли и намечены основные пути решения стоящих задач, в том числе посредством нормативно-правового регулирования, выступил заместитель руководителя аппарата вышеназванного Комитета Шишов С.Е.

Доклад ректора Московского энергетического института (МЭИ), профессора Серебрянникова С.В. был посвящен роли нанотехнологий как стимула инновационного развития института. Было отмечено, что интегрирующая роль МЭИ заключается в подготовке кадров и проведении исследований и разработок по нанотехнологиям, что позволяет объединять и координировать усилия ведущих российских вузов и организаций науки и производства в данной области.

Доклад заместителя руководителя Департамента науки и промышленной политики г. Москвы Ушакова А.Б. был посвящен вопросам организации производства и развития промышлен-





ленной политики. Было отмечено, что потребность рынка в наукоемкой продукции высокотехнологичных отраслей может быть удовлетворена за счет ежегодного введения в строй 10-15 предприятий, обладающих достаточно высоким уровнем капитализации.

Выступление главного научного сотрудника Института проблем химической физики профессора Андриевского Р.А. касалось оценки ситуации в области научно-технической информации по проблеме нанотехнологий и наноматериалов. Было отмечено, что вследствие широкой сферы применения нанотехнологий особенностями такой информации являются обилие и рассеяние (низкая степень удельной концентрации) источников при одновременном бурном росте числа публикаций по проблеме.

В заключительном слове член-корреспондент РАН, председатель правления ОАО "Московский комитет по науке и технологиям" профессор Систер В.Г. подвел итог мероприятия и кратко охарактеризовал уровень развития и состояние нанотехнологий и современного материаловедения в г. Москве.

В рамках "NTMEX-2006" была проведена деловая игра "Business to create" – "Креатив для популяризации и продвижения российских высокотехнологичных разработок", состоялся ряд круглых столов.

Круглый стол "**Современное инновационное образование и исследования в области нанотехнологий**" открыл доклад заведующего кафедрой квантовой физики и нанoeлектроники МИЭТ, профессора Горбачевича А.А., посвященный опыту формирования современной экспериментально-лабораторной базы при организации учебного процесса по специальности "Нанотехнология в электронике".

В выступлении руководителя учебно-научного центра "Зондовая микроскопия и нанотехнология" МИЭТ, профессора Неволина В.К. были затронуты различные аспекты создания и применения функциональных элементов нанoeлектроники с использованием зондовых технологий. Перспективность международного сотрудничества в данной области проиллюстрирована на примере интернационального проекта НАНОФАБ, в

рамках которого исследования проводятся на оборудовании ряда стран, интегрированном в единый технологический комплекс.

Доклад заведующего кафедрой микроэлектроники МИЭТ, профессора Тимошенкова С.П. касался перспектив развития микро- и наносистемной техники (МНТ). Миниатюризация акселерометров, гироскопов и датчиков давления (АГДД), а также компонентов мобильных телефонов и портативных компьютеров достигается, в частности, за счет применения при производстве изделий МНТ инновационных технологий. Одним из ярких примеров применения МНТ-продукции является автомобильная промышленность, где помимо микродатчиков АГДД используются нанотехнологические средства навигации и ориентации в пространстве.



Формированию наноструктур ионными пучками (ИП) было посвящено выступление заведующего лабораторией радиационных методов, технологии и анализа МИЭТ, профессора Герасименко Н.Н. В докладе рассматривались имплантируемые в диэлектрические матрицы нанокристаллы и поверхности, модифицированные при ИП-облучении. Отмечено, что сочетание ионной имплантации и термической обработки позволяет создавать нанокристаллы, обладающие квантовыми эффектами, а направленное воздействие ионного пучка на объекты, в частности, на полупроводниковые пластины при облучении под малыми углами, позволяет изменять структуру их поверхности.

Тема доклада сотрудника кафедры материаловедения и физической химии МИЭТ Белова А.Н. – "Низкотемпературные процессы формирования структур для нано- и оптоэлектроники на основе пористых материалов". В числе основных направлений исследований и разработок кафедры – зондовое нанокисление (наноитография), матрицы для ориентированного роста углеродных нанотрубок, пористые полупроводники (GaAs, GaP, Si) и анодные оксиды алюминия и титана, электрохимический синтез нитевидных нанокристаллов, а также солнечные элементы с экстремально тонкими поглощающими слоями.



С докладом, освещающим основные тенденции развития кластерного оборудования для нанотехнологий, выступил директор по производству ЗАО "НТ-МДТ" Котов В.В. Предприятие имеет представительства в США и Европе, реализует нанопродукцию практически в 40 странах мира. Было отмечено, что на основе ряда элементов нанотехнологического кластера может быть создана многомодульная система (МС) НАНОФАБ, что позволит более полно использовать функциональные возможности интегрированных в МС технологических модулей и в результате получить качественно новые результаты.

Вступительное слово к участникам круглого стола "**Химическая технология наноматериалов и наноструктур**" заведующего кафедрой РХТУ им. Д.И. Менделеева, члена-корреспондента РАН Юртова Е.В. предшествовало докладу о функциональных материалах нового поколения на основе d-элементов заведующего кафедрой МИТХТ им. М.В. Ломоносова, профессора Дробота Д.В.

В докладе с учетом потребностей рынка сформулирована задача создания наноматериалов с заданными свойствами. Отмечено, что для получения выраженного синергетического эффекта в катализе, наноразмерных материалов (20-50 нм), ранее не описанных фаз веществ с повышенной химической и фазовой чистотой, лигатур, металлов и сплавов (рений-вольфрам, рений-молибден) при сверхнизких температурах предварительно конструируется прекурсор.

Выступление профессора РХТУ им. Д.И. Менделеева Сигаева В.Н. касалось проблем разработки стекол с регулируемой наноструктурой для новых областей техники. Рассматривались наблюдаемые в диэлектриках основные электрооптические и нелинейно-оптические эффекты второго порядка, модели миграции катионов и возникновения "вмороженного" электрического поля в процессе электрической поляризации кварцевого стекла. Как отметил докладчик, производство в промышленных масштабах наностекла и стеклокерамики с нелинейными свойствами позволит наладить выпуск конкурентоспособной продукции на уровне лучших зарубежных аналогов.

Доклад д-ра ф.-м.н. Реутова В.Ф. (Лаборатория ядерных реакций им. Г.И. Флёрва, ФИЯИ, г. Дубна) затрагивал вопросы получения и исследования наноструктур с использованием

ускоренных тяжелых ионов. Основу представленной радиационно-ионной технологии синтеза нанобъектов – одномерных, двумерных и трехмерных наноструктур для получения материалов с новыми механическими, физическими и химическими свойствами – составляют особенности формирования радиационных повреждений различных видов вдоль траектории движения в твердом теле высокоэнергетического иона.

Проблемам анализа индивидуальных наночастиц (ПАИН) было посвящено выступление профессора Филиппова М.Н. (Институт общей и неорганической химии РАН им. Н.С. Курнакова). В числе рассмотренных ПАИН – локальность определений (локальный пробоотбор, регистрация аналитического сигнала из локальной области при интегральном возбуждении и локальное возбуждение с интегральной регистрацией аналитического сигнала).



Вопросы использования фосфорсодержащей огнезамедлительной системы (ФОС), содержащей наноструктуры (НС) для снижения горючести полиэтилентерефталата (ПЭТФ), получили подробное освещение в докладе профессора Зубковой Н.С. (Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина). Благодаря ФОС НС за счет сокращения дымообразования и токсичности продуктов горения происходит снижение не только горючести, но и пожароопасности при применении ПЭТФ.

Выступление заведующего кафедрой МГТУ "МАМИ", профессора Волкова В.М. было посвящено теоретическим, экспериментальным и прикладным аспектам проблемы определения критического диаметра наночастицы. Разработка может использоваться для получения широкого спектра наноматериалов.

Полупроводниковые нанокристаллы для биомедицинских применений были темой доклада директора ЦКП физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, профессора Тимошенко В.Ю., открывшего круглый стол "**Наночастицы для биомедицины**". Были представлены совместные с Институтом теоретической и экспериментальной биофизики РАН и Московским научно-исследовательским онкологическим институтом (МНИОИ) им. П.А. Герцена разработки. Отмечено, что на-



ноструктурирование полупроводников методом электрохимического травления при интенсивной фотолюминесценции (квантово-размерный эффект) позволяет формировать наноструктуры с размерами от 1 до 50 нм.

Основные возможности использования высокодисперсных неорганических веществ в медицине изложены в выступлении члена-корреспондента РАН, профессора Мелихова И.В. (химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова). В настоящее время в медицине наноматериалы используются, в частности, в качестве наносимого на инструментарий слоя; в нанодисперсной форме непосредственно для введения в организм (так называемое "прямое действие"), для контрастного и локального воздействий и как имплантаты. Рассмотренные в выступлении механизмы, в том числе лазерного воздействия на капсулы полимера, содержащего наночастицы золота, могут использоваться для лечебных целей.

О необходимости структурирования информационных материалов по отечественным разработкам в области нанотехнологий говорилось в докладе сотрудника лаборатории лазерной биоспектроскопии ИОФ РАН Лощёнова В.Б. Предлагалось, в частности, создание банка данных о наночастицах с указанием свойств, проявляющихся в различных экспериментальных условиях.

В завершение круглого стола выступил Сухарев С.С. (МНИОИ им. П.А. Герцена). Он отметил, что одним из общих положений всех представленных докладов является четко обозначенная необходимость массового производства продукции для nanoиндустрии. Рассмотренные в выступлениях задачи могут быть решены усилиями больших коллективов специалистов при наличии стабильного государственного финансирования или серьезных частных капиталовложений.

Выступлением академика РАН, научного руководителя ФТИАН Валиева К.А. открылся круглый стол "**Нанозлектроника: настоящее и будущее**".

В докладе с.н.с. ФТИАН Вьюркова В.В. были подробно рассмотрены различные квантовые эффекты в нанотранзисторах.

Выступление с.н.с. ИПТМ РАН Чукалиной М.В. касалось различных аспектов использования метода рентгеновской то-

мографии для исследования объектов с микронным и субмикронным разрешением. Несмотря на ряд проблем, возникших в ходе исследований (организация эксперимента, артефакты метода, шум в измеряемом сигнале и т.д.), с помощью специальных методов (алгебраическая реконструкция, свертка обратной проекции) удалось разработать математическое и программное обеспечение для получения качественного изображения.

Заведующий кафедрой квантовой физики наноэлектроники МИЭТ, профессор Горбачевич А.А. затронул различные аспекты физики и технологии резонансно-туннельных гетероструктур (РТС). Среди представленных разработок – квантово-классические интегральные схемы на их основе, а также квантово-классические переходы в открытых квантовых системах и инвертированные РТС.

Литографии нанопечатавания было посвящено выступление заведующего кафедрой ИПТМ РАН Зайцева С.И. Разработка технологии наноимпринтинга в рамках Шестой рамочной программы (FP 6 Integrated Project), в которой участвуют 35 групп ученых из 14 стран, – один из примеров удачного международного научно-технического сотрудничества. Различные этапы разработки (создание материалов, поиск инструментария, моделирование экспериментов) отражают разные аспекты участия российских ученых в проекте.

Тема нанометрологии, как ключевого звена в развитии нанотехнологий, получила освещение в докладе генерального директора ОАО "НИЦПВ", декана факультета физической и квантовой электроники МФТИ, профессора Тодуа П.А. Метрологическое обеспечение nanoиндустрии является взаимосвязанным комплексом систем, в котором принятый за основу базисный эталон единицы длины является точкой отсчета для остальных измерений.

В завершение круглого стола по вопросам реализации идеальных и неидеальных квантовых операций на зарядовом кубите выступил научный сотрудник ФТИАН Цуканов А.В. Было подчеркнуто, что две туннельно связанные квантовые точки с одним электроном формируют наноструктуру, на основе которой возможно создание зарядового кубита для проведения необходимых исследований его когерентной динамики и аналитических расчетов для операторов эволюции как одного, так и двух кубитов во внешнем поле (ВП) с указанием параметров ВП и структуры, отвечающих основным операциям на одном кубите.

Круглый стол "**Наноматериалы в медицинской технике и строительной индустрии**" открылся докладом директора Информационно-аналитического центра (ИАЦ) "Наноматериалы и нанотехнологии" профессора Ягодкина Ю.Д. В России индустрия наносистем и наноматериалов является одним из приоритетных направлений развития науки и техники (Постановление Правительства РФ от 17.10.2006 № 613 "О Федеральной целевой программе "Исследования и разработки по



приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2012 годы"), а нанотехнологии и наноматериалы входят в перечень критических технологий. Для продолжения работ по Федеральной целевой научно-технической программе Роснауки "Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники на 2002-2006 годы" сформулированы Программа координации работ в области нанотехнологий и наноматериалов (НТНМ) в РФ, одобренная распоряжением Правительства Российской Федерации от 25 августа 2006 года № 1188-р, и Федеральная целевая программа "Развитие инфраструктуры наноиндустрии в Российской Федерации на 2007-2010 годы".

В выступлении профессора Арсентьевой И.П. (Московский государственный открытый университет (МГОУ) уделено внимание использованию наночастиц металлов в качестве биологически активных препаратов. В числе соавторов работы – Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии, Московский государственный вечерний металлургический институт, Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН, Институт энергетических проблем химической физики РАН. В медицине наночастицы (НЧ) железа усиливают ранозаживление и ускоряют регенерацию тканей, НЧ магния способствуют изменению бактерицидных свойств и ускорению ранозаживления (УР), НЧ меди обеспечивают повышение устойчивости организма к некоторым видам бактерий и оказывают кардиопротекторное действие, НЧ цинка могут использоваться для защиты сосудов, коррекции микроэлементного обмена, лечения алкоголизма, стимуляции (на 10-20%) регенеративной способности тканей и на 15-20% УР при термических ожогах тела.

Доклад директора Института физикохимии материалов МИСиС, профессора Каложкина С.Д. был посвящен проблеме механохимического синтеза (МХС) нанокompозитов. Деформация наноструктурного материала по механизму сверхпластичного течения приводит не только к фазовым превращениям, но и к твердофазному наномасштабному перемешиванию с измельчением структуры. Для МХС, в частности, используются механоактивация порошков, прокатка и интенсивная пластическая деформация.

Рулонные наноструктурированные материалы и технологии для строительной техники и медицины были темой выступления заведующего кафедрой МАТИ-РГТУ им. К.Э. Циолковского, профессора Слепцова В.В. Обработка полимерных материалов ионами высоких энергий приводит к формированию латентных треков. Процедура травления обеспечивает формирование структур различного вида, в том числе пор и формообразований на поверхности полимерного материала.

Полученный с применением нанотехнологий алмазный инструмент для коммунального хозяйства, строительства и медицины был представлен в докладе заведующего лабораторией высокотемпературных материалов Института физикохимии материалов МИСиС Полушина Н.И. Среди обозначенных направлений НИР – выравнивание алмазных поликристаллов весом до 3-х карат, получение поликристаллов на основе плотных форм нитрида бора и алмазных поликристаллов с уникальным уровнем износостойкости, разработка нового инструмента из сверхтвердых материалов. Одна из областей применения мо-



дифицированных нанодисперсными добавками алмазных поликристаллов – изготовление струеформирующих сопел для реставрационных работ, стоматологии, строительства и ТЭК (повышение дебита нефтяных и газовых скважин). Инновационная продукция применяется для операций шлифования, повышения чистоты обработанной поверхности, поддержки детали при круглом наружном и внутреннем шлифовании, упрочнения обработанной поверхности.

О применении содержащих кремний наноматериалов в строительном комплексе сообщил заведующий лабораторией ГНЦ РФ "ГИРЕДМЕТ", д-р ф.-м.н. Белогорохов А.И. Разработка проведена совместно с ФГУП "ГНИИХТЭОС" и МИТХТ им. М.В. Ломоносова. Эффективная защита лакокрасочных покрытий от воздействия УФ-излучения обеспечивается посредством полупроводниковых кремнийсодержащих нанокристаллов со средним размером кристаллитов кремния 2-3 нм, практически полностью поглощающих электромагнитное излучение УФ-диапазона.

Наноструктуры для адресной доставки лекарств были темой доклада профессора Шайтана К.В. (биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова). Проблема состоит в прогнозировании

нии пространственной структуры, функциональной активности и динамических свойств наноструктур и макромолекул в разных средах. Необходимость проектирования наноконструкций и методов их построения и моделирования экспериментов предполагает использование инструментальных средств молекулярной и стохастической динамики.

В завершение круглого стола действительный член Российской инженерной академии, председатель экспертного Совета по наноиндустрии Фондовой Биржи высоких технологий Чеховой А.Н., на различных примерах инновационной высокотехнологичной промышленной нанопродукции проиллюстрировал возможность производства на российских предприятиях и успешной реализации на мировом рынке конкурентоспособных НТНМ-изделий.

Круглый стол "**Целевая системная интеграция соисполнителей инновационных проектов**" открылся докладом руководителя Наносцентра МЭИ, профессора Алексеенко А.Г. об инфраструктуре инновационного менеджмента в сфере нанотехнологий. Один из возможных путей развития наноиндустрии в России – формирование инфраструктуры интегрирующих инноваций, отличающихся от базовых и улучшающих потребительские свойства продукции, пользующейся спросом на рынке наукоемких систем (услуг и товаров), и тем самым способствующих прямому комплексному развитию регионов и производств. Интеграция отечественных и зарубежных передовых научно-технических наноразработок будет способствовать генерации нового поколения нанотехнологий и созданию наукоемкого оборудования для расширения производства конкурентоспособной нанопродукции. Это в свою очередь предполагает подготовку и переподготовку профессионалов различного уровня – от инженеров до руководителей среднего и высшего звена с учетом специфики работ в сфере критических технологий.

В выступлении заведующего лабораторией Института молекулярной биологии (ИМБ) РАН им. В.А. Энгельгардта, профессора Евдокимова Ю.М. была представлена совместная с Институтом спектроскопии РАН и Наносцентром МЭИ работа по перспективам применения нанобиоматериалов. Особо подчеркивалось, что прикладные аспекты развития наноинженерии, в том числе превращение биологических молекул в НТНМ-инструменты и получение модифицированных соединений (так называемых "химерных молекул"), не должны снижать уровень озабоченности научной общественности относительно степени безопасности их применений.

Доклад научного руководителя ОНИЛ "Цемент", первого заместителя директора НИИ МК МАДИ, доцента Васильева Ю.Э. касался вопросов производства и применения асфальтобетонных в дорожном строительстве с учетом условий их эксплуатации.

Проблемы наноэкологии техносферы затрагивались в выступлении заведующего кафедрой МГТУ им. Н.Э. Баумана профессора Шахнова В.А. Для повышения прочностных характеристик и непрерывного мониторинга состояния объектов,



потенциально опасных и повышенной опасности, выявления скрытых дефектов в сооружениях, промышленных и жилых зданиях (СПЖЗ) на ранних стадиях эксплуатации и их восстановления без прерывания функционирования применима система профилактики и предупреждения техногенных катастроф (СППТК). Система состоит из программно-аппаратного комплекса и методов восстановления СПЖЗ с применением наноструктурированного бетона, что позволяет повысить стойкость объектов к сейсмическим нагрузкам, изгибающим и растягивающим усилиям.

Доклад Генерального директора ООО "НТЦ Прикладных нанотехнологий" Пономарёва А.Н. был посвящен водорастворимым аддуктам квазифуллеренов. Разработанные наноматериалы можно использовать для повышения эксплуатационного ресурса и модификации межфазных границ различных композитов, а также изделий, применяемых в экологии и медицине.

В завершающем круглом столе выступлении заместитель руководителя Наносцентра МЭИ, профессор Патрикеев Л.Н. осветил некоторые аспекты кадрового обеспечения инновационных Национальных программ. Разработанные специальные курсы интегрируют разделы прикладной математики, квантовой физики и химии, медицины и биологии. Все это позволяет повышать квалификацию руководителей высшего и среднего звена научных и производственных предприятий. Вместе с тем серьезной проблемой является недостаточный объем выпускаемой научно-технической литературы по различным направлениям нанотехнологии, да к тому же она быстро устаревает вследствие интенсивности наноразработок в ряде стран. В этой связи организация выпуска такой литературы является стратегически важной задачей, решение которой будет способствовать развитию наноиндустрии в России, росту экономики страны и укреплению ее оборонно-промышленного потенциала.