

НАУЧНАЯ СЕССИЯ МИФИ:

ОБСУЖДЕНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И НАНОФИЗИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

В январе 2008 года в Московском инженерно-физическом институте (государственном университете) (МИФИ) под патронажем Министерства образования и науки Российской Федерации, Федеральных агентств по образованию, по науке и инновациям, по атомной энергии и при поддержке Префектуры Южного административного округа г. Москвы прошла научная сессия, на которой было представлено более 1800 работ из 443 организаций, в т.ч. 52 – из 17 стран. Свыше 70 академических институтов, 120 вузов и 185 НИИ и промышленных предприятий представили разработки по пяти тематическим направлениям, включая нанофизику и нанотехнологии.

Пленарное заседание сессии открыл ректор МИФИ, д.ф.-м.н., профессор М. Стриханов. В докладе о научном и организационном обеспечении nanoиндустрии в стране директор департамента научно-технической и инновационной политики Минобрнауки России А. Хлунов затронул основные проблемы нормативно-правового и организационного обеспечения отрасли.

Согласно оценкам экспертов, срок выхода на рынок косметических и текстильных наноматериалов составляет один-четыре года, период освоения нанотехнологий для химичес-

кой и лакокрасочной продукции, медицинского оборудования и лекарственных препаратов – пять-восемь лет, для биоматериалов и солнечных элементов, имплантатов и компактных энергосистем – девять-четырнадцать лет, микро- и молекулярных процессоров, наноэлектромеханических систем и квантовых компьютеров – свыше пятнадцати лет.

В докладе также получили освещение основные вопросы и документы, рассмотренные Правительственным советом по нанотехнологиям в 2007 году, и основные этапы Программы развития nanoиндустрии до 2015 года, реализация которой позволит увеличить долю российской nanoпродукции на мировом высокотехнологичном рынке до 3%. Среди приоритетных направлений отечественных нанотехнологических НИОКР были выделены композитные и конструкционные материалы, в том числе двойного назначения, с высокими температурно-прочностными характеристиками.

Одним из основных инструментов господдержки nanoиндустрии в стране, по мнению докладчика, является выделение средств на коммерциализацию наноразработок и





прикладных исследований. Для развития основных сегментов рынка наноиндустриальной продукции необходимо налаживание глобальной системы обмена информацией между участниками национальной нанотехнологической сети, обеспечение законодательного регулирования в сфере стандартизации и метрологии, изучение проблематики безопасности производства и потребления нанопродукции, создание классификатора продукции наноиндустрии для применения в системе государственной статотчетности.

В качестве иллюстраций позитивного опыта внедрения нанопродукции в производство были представлены проекты Санкт-Петербургского ЦНИИ КМ "Прометей". Суммарный

объем вложенных средств в проект по созданию высокопрочных трубных сталей и высокоэффективных технологий изготовления труб большого диаметра с категорией прочности до X100 для магистральных наземных и подводных нефтегазопроводов и морских технических сооружений составил 4,334 млрд. руб. Финансирование проекта из бюджетных средств – 3,2 млрд. руб., 1,134 млрд. руб. привлечено из внебюджетных источников. На проект по освоению промышленного производства металлических материалов с двукратным повышением важнейших эксплуатационных характеристик из госбюджета выделено 200 млн. руб. (48,3% от суммарного объема инвестиций).

Московская ассоциация "Аспект" осваивает новые технологии и оборудование для глубокой переработки углеводородного сырья. Объем средств, необходимых для реализации проекта, – 1,026 млрд. руб. Из бюджета заимствуется всего 342 млн. руб., в то время как частные инвестиции составляют 684 млн. руб.

Внедрение светодиодного освещения мест общего пользования в жилых домах приведет к высвобождению 2,529 ГВт электропотребности, и чистый приведенный доход потребителей за время жизни светильников (9 лет) составит 65 млрд. руб.



чевых ролей благодаря снижению их энергоресурсоемкости и дематериализации производства.

Непрерывность эволюции познания окружающего мира при переходе к наноразмеру предполагает смену парадигм развития от анализа к синтезу, и информационные технологии обретают статус надотраслевых, способствуя на основе междисциплинарных подходов конвергенции объектов живой и неживой природы.

Нанотехнологическая культура производства макроматериалов направленным манипулированием молекулами и атомами приводит к формированию рынков принципиально новой продукции и изменению технологических и социально-экономических укладов.

Современная нанопродукция на рынке (керамика, композиты и т.д.) формирует условия появления через 3–5 лет качественно более сложных систем (например, нанокапсул и медицинских диагностикумов), а в перспективе – приборов бионического характера, нанобиосистем и гибридных устройств. Аналогичная американским SBIC, SBIR и STTR российская программа формирования институтов государственно-частного партнерства обеспечит гарантированный спрос на нанопродукцию с формированием госзаказа и изменением нормативно-правовой базы, создаст основу долговременного сотрудничества компаний по приоритетным направлениям наноиндустрии, трансферу технологий, инвестированию, разработке механизмов передачи интеллектуальной собственности. Все это будет способствовать активному участию наноиндустриальных предприятий России в совместных разработках, производстве и эксплуатации диагностического, метрологического и технологического оборудования. В соответствии со стратегическими целями РФ встраивание в существующие и вновь создаваемые транснациональные технологические цепочки с формированием внутреннего рынка возможно при использовании потенциала приоритетных национальных проектов: в частности, нанотехнологии применимы в ЖКХ для разработки новых энергосберегающих технологий, систем очистки воды, интеллектуализации среды обитания, в медицине – для создания биосовместимых материалов, малоинвазивной и неинвазивной диагностики, хирургии.

Для развития наукоемкой экономики постиндустриального общества целесообразна, в том числе, реорганизация системы финансирования науки с концентрацией фундаментальных исследований в РАН, РАМН, РАСХН, научных центрах и отраслевых институтах, университетах и вузах, ведением НИ-ОКР в организациях, подведомственных Минобрнауки, Минпромэнерго, Минобороны, Росатому и Роскосмосу.

Предлагаемая структура организации Национальной нанотехнологической сети должна стимулировать отраслевое и региональное развитие производств оборонной, строительной, медико-фармакологической, нефтехимической, машиностроительной, энергетической и пищевой продукции.

Нанотехнология биочипов будет способствовать, в частности, выявлению хромосомных изменений при онкозаболеваниях, идентификации туберкулеза и его лекарственно-устойчивых форм (49 мутаций). Прямой экономический эффект от внедрения биочип-диагностики для каждого больного составит от 22,5 до 72 тыс. руб.

Среди отраслевых разработок докладчик отметил также информационные технологии, оборудование для обучения и подготовки кадров в сфере нанотехнологий. Была подчеркнута необходимость формирования перечней перспективных продуктов и рынков и подготовки технических регламентов и СНИПов для запуска новых и интенсификации существующих nanoиндустриальных производств, привлечения выходящих на мировой рынок российских компаний в качестве соинвесторов крупных нанотехнологических проектов и устранения сдерживающих развитие отечественной nanoиндустрии внутриотраслевых факторов посредством законодательного регулирования и гармонизации нормативно-правовой базы.

Советник Президента РФ А. Аслаханов обратил внимание участников и гостей форума на неотложность решения проблем развития нанотехнологической промышленности России.

Начальник 12-го Главного управления МО РФ генерал-полковник В. Верховцев отметил важную роль МИФИ в подготовке молодых научных кадров для предприятий ОПК РФ.

В докладе вице-президента РАН М. Ковальчука о роли нанотехнологий в развитии новой наукоемкой экономики XXI века проанализированы изменения в доминировании основных источников энергии в мире. Отмечено, что будущее энергетики складывается из атомной, водородной, воздушно-водной, солнечной и термоядерной компонент. В решении проблемы энергосбережения нанотехнологиям отводится одна из клю-





Организационно-правовая платформа Сети призвана обеспечить совершенствование нормативно-правовой базы и ее гармонизацию с международным законодательством в сфере стандартизации и правовой охраны объектов интеллектуальной собственности; информационно-коммуникационная платформа – интеграцию инфопространств национальных нанопроизводств с базами данных о мониторингах и результатах проведенных исследований. Если исследовательско-технологическая база ориентирована на стандартизационно-сертификационные и метрологические процедуры и системы учета НИОКР, то организационно-экономическая основа Сети призвана способствовать коммерциализации разработок, а научно-образовательная и кадровая платформа – содействовать наращиванию социальной инфраструктуры, гибкости реагирования на изменения ситуации на рынке труда, товаров и услуг.

Одной из целей научно-технического развития постиндустриального общества является воспроизведение систем живой природы, что достижимо для генерации антропоморфных гибридных технических систем бионического вида посредством соединения нанобиотехнологий с возможностями современной микроэлектроники.

В обзорном докладе академика РАСХН К. Скрыбина "От генетической инженерии – к нанобиотехнологии" были рассмотрены механизмы применения роботов-детекторов для расшифровки генетической информации и использования искусственных наноклеток для адресной доставки в больные клетки витаминов и лекарственных наноструктур, переноса кислорода и удаления холестерина в сосудах. Основу наноклетки составляют организмы с минимальным размером генома и набором генов, например: вариант Крейга Вентера *Mycoplasma genitalium*, частично синтезированный организм *Mycoplasma laboratorium* или организм с минимальным геномом *Nanoarchaeum equitans*.

Нанотехнологический метод расшифровки генетической информации основывается на принципе отсутствия идентичности геномов разных людей, при этом отмечается, что индивидуальные вариации геномов могут обуславливать различные болезни. Стоимость секвенирования индивидуально генома человека неуклонно уменьшается: цена услуги при капиллярном электрофорезе сократилась с 3 млрд. долл. в

2001 г. до 10–100 млн. долл. в 2007 г., но наноиндустриальный подход позволяет существенно снизить оплату процедуры со 100000 долл. в 2007 г. до 1000 долл. в 2010–2015 гг. – например, метод чтения единичной молекулы за 10 дней. Выявление индивидуальных генетических различий проводится посредством секвенирования индивидуальных геномов с выявлением известных полиморфных локусов методами масс-спектрометрии, микропрофилей и т.д. Информация о генетической variability может способствовать созданию специфичных лекарственных препаратов. Возможно лечение опухолей методами доставки противоопухолевых препаратов рекомбинантными магнитными частицами, концентрируемыми под воздействием магнитного поля. Рекомбинантные наночастицы незаменимы также при создании антигриппозных вакцин.

Профессора МИФИ Б. Долгошеин, В. Емельянов и доцент С. Смирнов представили доклад о новой физике высоких энергий и Большом Адронном Коллайдере в Европейском Центре Ядерных Исследований. Проводимые в Центре со штатом 2500 человек и годовым бюджетом 1,1 млрд. долл. исследования по физике элементарных частиц сопряжены с проектированием, строительством и эксплуатацией больших ускорителей. Поэтому запуск Коллайдера с длиной окружности 27 км на глубине 100 м, в котором энергия каждого столкновения вращающихся навстречу друг другу в одном кольцевом туннеле с 1200 сверхпроводящими магнитами длиной по 13 м и полем 8,4 Тесла двух протонных пучков составляет 14 ТэВ, будет способствовать решению многих физических и нанофизических проблем. Значителен вклад Центра и в индустрию информационных технологий – для преодоления географической разобщенности большого количества участников экспериментов и создания удобной распределенной системы обмена информацией в Центре были разработаны первые программы "клиент-сервер" для новой системы, получившей название World Wide Web. Для работы Коллайдера, регистрирующего 40 миллионов столкновений в секунду, первичный поток данных – 10^{15} бит/сек, а после фильтрации – до 1 Гб/сек, что составит 10 Пб/год аналитических данных.

МИФИ участвует в экспериментах ALICE и ATLAS, в частности, в разработке, проектировании и создании нового типа комбинированного детектора элементарных частиц – трекового детектора переходного излучения.

Помимо пленарного, в рамках сессии состоялись секционные заседания по направлениям создания конструктивных и композиционных наноматериалов, микро- и нанoeлектроники, нанометрологии, наноэнергетики, ультрадисперсных наноматериалов, физики наноструктур и сверхпроводимости, функциональных наноразмерных структур. На этих заседаниях было представлено свыше 150 докладов из академических институтов, университетов, вузов, научных центров и производственных предприятий России, а также стран ближнего и дальнего зарубежья.

