Коммерсантъ

review RUSNANOTECH 08

РОСНАНО
Российская корпорация нанотехнологий
ПАРТНЕР ВЫПУСКА

Цветные тематические страницы №25–32
являются составной частью газеты «Коммерсантъ».
Распространяются только в составе газеты.
Рег. №01243 22 декабря 1997 года.

www.kommersant.ru Четверг 4 декабря 2008 №221 (№4038 с момента возобновления издания)

прямая речь

Зачем вашему бизнесу нанотехнологии?

Юрий Ласточкин,
генеральный директор НПО «Сатурн»:
— Нам нанотехнологии нужны для повышения производительности труда и сокращения издержек. Чем выше уровень компании, тем выше технологии, тем больше современного инструмента. Например, сейчас на одном из наших проектов мы используем сложный фрез для скоростной обработки твердосплавных материалов. А это уже нанотехнологии. И чем больше мы покупаем современного оборудования, тем шире используем нанотехнологии.

Николай Пирогов,
генеральный директор НПО «Энергомаш»:
— Мы рассчитываем получить эффект от применения нанотехнологий по двум направлениям. Во-первых, эти технологии при использовании соответствующих физико-химических процессов могли бы существенно улучшить качественные показатели ракетного топлива. Как мы полагаем, в перспективе можно существенно активизировать процессы смешения, которые обещают достаточно высокий эффект. Во-вторых, в наших конструкциях есть колоссальные тепловые и механические нагрузки, агрессивные среды, и тут нанотехнологии могли бы способствовать получению качественно новых покрытий, которые обеспечат и термостойкость, и износостойкость.

Вадим Куликов,
председатель совета директоров компании «Эковэйв»:
— Наше предприятие высокотехнологично, поэтому с нанотехнологиями мы всегда были накоротке, просто раньше их так не называли. У нас применяются технологии тепломассообмена с использованием ультразвука и нанопокрытий; наше ноу-хау — блок обеззараживания с использованием нанотехнологий. В ближайших планах — завершение разработки нагревательных элементов для кухонных плит. А на мой день рождения с разрешения тех, кому принадлежит бренд «нано», мне испекли наноторт из наномуки.

Виктор Шаповал,
заместитель генерального директора ОАО МОЭСК:
— Конечно, мы очень заинтересованы в развитии нанотехнологий в прикладном плане. Они помогут создать новые способы транспортировки электроэнергии, в частности высокотемпературные светопроводящие кабели. А это, в свою очередь, поможет сэкономить ресурсы.

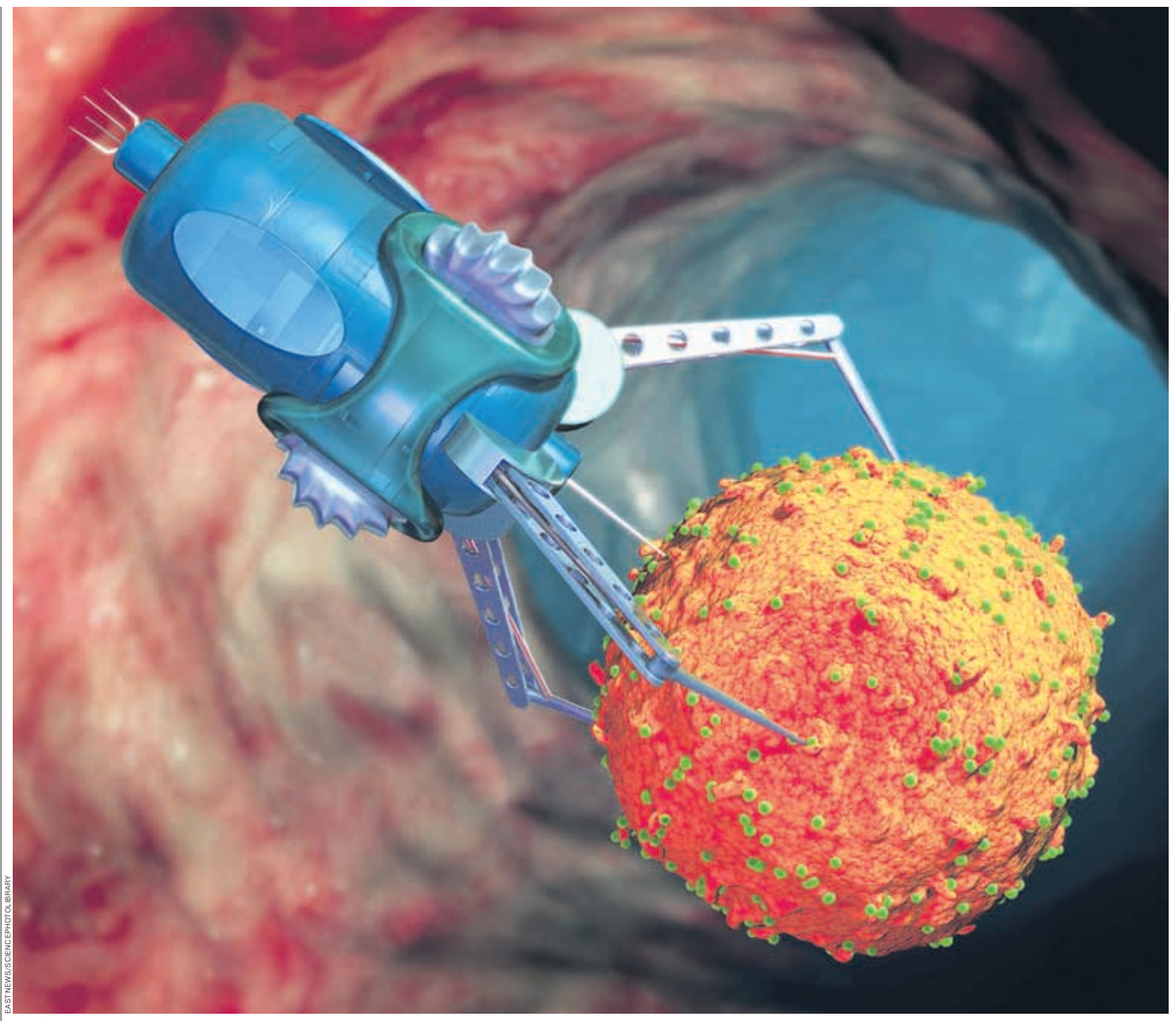
Пересмотр задач государственных институтов развития уже начался. Хотя госкорпорация «Роснано» может избежать смены целей и стратегии, нанотехнологи имеют возможность сыграть на опережение: спрос на «нано» упадет в кризис и резко вырастет сразу по выходе компаний из его острой фазы.

Размер государственного значения

ЕЩЕ В АВГУСТЕ 2008 года предположить, что институты развития, создававшиеся правительством России в 2007–2008 годах в принципиально других, нежели сейчас, условиях, будут уже через два месяца поставлены перед задачей переопределить свои задачи, не мог ни один человек в российском Белом доме. В конце 2008 года о задачах, ставившихся при создании Фонда содействия реформированию ЖКХ, превращении Внешэкономбанка в Банк развития, формировании Фонда будущих поколений никто не вспоминает. ВЭБ по определению — агент правительства и ЦБ по замещению оттока капитала, ФБП, ставший Фондом национального благосостояния,— кризисный инвестпортфель правительства, строительный и коммунальный фонды — инструменты поддержки строительной отрасли. Мало того, уже к зиме 2009 года забудутся и эти определения: то, как фонды, госкорпорации и институты встроятся в процесс структурной перестройки экономики в ходе неизбежной «мягкой посадки» ВВП, и определит их будущее место.

Все это на первый взгляд касается кого угодно, только не госкорпорации «Роснано». 130 млрд руб. вложенных в рамках бюджета-2007 в госкорпорацию средств правительство даже не пыталось перебросить в другие сектора экономики. «Роснано» по-прежнему выглядит как изолированный сектор экономики (а вернее, выращиваемый Белым домом на периферии от базовых секторов), перспективы которого, не слишком определенные до сентября 2008 года, стали еще более неопределенными к началу 2008 года. Теоретически «Роснано» вполне может пережить финансовую нестабильность, продолжая реализовывать программу 2007 года — создание гибрида Федерального агентства по инвестициям в фундаментальные исследования и холдинга венчурных инвестиционных фондов, благо базовый этап уже пройден. Однако особенности финансового кризиса вряд ли позволят новому главе «Роснано» Анатолию Чубайсу воспользоваться куда более привлекательным шансом — попытаться стать не столько институтом развития, сколько институтом восстановления конкурентоспособности экономики.

По оценкам наиболее авторитетной аналитической структуры в нанотехнологиях Lux Research, 2008 год стал первым годом в истории развития этого сектора экономики, в течение которого вливания частных компаний в нанотехнологический



EAST NEWS/SCIENCEPHOTOLIBRARY

R&D (порядка $6,57 млрд) превысили госфинансирование сектора ($6,22 млрд), а с учетом венчурного капитала ($700 млн) — существенно обогнали. Ситуация на рынках в 2009 году неизбежно вернет на рынок статус-кво — встраивание в процесс временного отступления негосударственного капитала с нанотехнологического фронта, что, собственно, и является шансом для «Роснано» быстро реализовать то, на что в других условиях экономике потребовались бы десятилетия.

На чем экономит частная компания в острой фазе кризиса, когда размеры будущего сокращения спроса еще не определены? На текущих издержках, в том числе на НИОКР и исследованиях: умеющие «рубить косты» финансисты прекрасно понимают самоубийственность разработок на меняющемся рынке. Уже через несколько месяцев после приведения компании в «кризисную» форму R&D станет для любой компании тем, на что острее всего не хватает денег: фактором, который определит конкурентоспособность в нашем случае на рынке 2011–2013 годов. Помочь компаниям, входящим в антикризисную программу, «Роснано» не в силах. Но уже во второй половине 2009 года софинансирование разработок, цель которых — обеспечить приемлемые показатели в квартальных ведомостях P&L-2012, будет цениться в отдельных компаниях не меньше, чем в декабре 2008 года рефинансирование ВЭБа.

(Окончание на стр. 26)

Звезды наносцены

В зону наномасштабов, где привычные законы мира «настоящих вещей» переплетаются и конфликтуют с зыбкой реальностью мира квантов, мы начинаем входить только сейчас. Предметы большего размера техника освоила давно, и шлифовка многотонной турбины с микронной точностью никого не удивляет. Но и предметами в миллион раз меньше нанометра, атомными ядрами и элементарными частицами человечество непринужденно оперирует уже много десятилетий, создавая ядерные бомбы, реакторы, большие и малые коллайдеры.

В мире малых величин

Приставка «нано» происходит от греческого «нанос» — «карлик» и означает миллиардную долю чего-нибудь. В контексте нанотехнологий — миллиардную долю метра, то есть нанометр. Представить этот масштаб помогают деньги: нанометр и метр соотносятся как копеечная монета и земной шар (а если каждый житель Земли даст по монетке, этого хватит, чтобы выложить цепочку вокруг экватора, даже если кое-кто, как обычно, пожадничает). Миллиметрами (тысячная доля метра) размечена школьная линейка, микрометры (они же микроны, миллионная доля метра) — размер того, что видно в хороший микроскоп (клетки, микробы и их органы), ну а в нанометрах измеряют вирусы, крупные молекулы, с недавних пор — транзисторы в компьютерных процессорах. Величина атомов — десятые доли нанометра. Если бы мы были ростом нанометр, то могли бы играть атомами в футбол. Чем же эта пограничная зона так поразила воображение мировых лидеров технологического прогресса, что они бросились вкладывать колоссальные средства в ее изучение и освоение? Дело в том, что очень многое и в технике, и в природе, и в повседневной жизни определяется именно процессами, идущими в наномасштабах. Они влияют на прочность домов и чистоту воздуха, быстродействие компьютеров и эффективность лекарств.

Более того, жизнь любой бактерии, цветка или человека поддерживается непрерывной работой бесчисленных природных наномашин, которые управляют развитием и делением клеток: молекулы ДНК и РНК копируют и передают информацию, а особые органы клетки, рибосомы, на основе этой информации собирают белки из аминокислот-заготовок. Сбой в работе этих нанозаводов ведет к очень печальным последствиям. Вот почему более чем заманчиво было бы научиться управлять нанопроцессами, чинить испорченные наномашины и строить новые, которых никогда не было в природе.

Все это было осознано давным-давно — впервые о таких перспективах сказал великий американский физик Ричард Фейнман в своей новогодней лекции 29 декабря 1959 года. В качестве дальнего рубежа он намечал даже изготовление заданных веществ путем прямой сборки из атомов, без химического синтеза. Инструменты, пригодные для столь точной работы в наномасштабах, действительно появились, но гораздо позже. В 1980-х годах были созданы сканирующий туннельный микроскоп и атомно-силовой микроскоп, позволяющие не только видеть отдельные атомы, но и собирать из них кое-какие конструкции, как из кубиков. Наномир впервые стал доступным не только для исследования, но и для преобразования. С тех пор разработан целый набор средств для создания нанометровых структур в самых различных материалах. До искусственных рибосом и замены химии на атомный конвейер еще далеко, но сделать действующий автомобильчик с колесами в одну молекулу или портрет нового президента США из 150 млн нанотрубок сегодня уже не научный подвиг, а просто нанотехнологичная шутка.

Нанотехнологиями как раз и называют всевозможные способы создания материалов и конструкций с ценными, иногда просто удивительными свойствами, определяемыми их строением в диапазоне наномасштабов. Нанокапсулы для прямой доставки лекарств к пораженным клеткам и бумага из нанотрубок многократно прочнее стали, сверхмалые транзисторы на нанопроводах и солнечные элементы на гибких нанопленках — все это и многое другое уже существует как продукты нанотехнологий. Нанотехнологии изменят наш мир не меньше, чем изменили его компьютеры, интернет и мобильная связь в прошедшие десятилетия.

Энергия измельчения

Самый простой вид нанопродукции — наночастицы. Измельчение до частиц размером в десятки или сотни нанометров часто придает давно известным материалам новые полезные качества. Одна из причин в том, что суммарная поверхность частиц в таком нанопорошке становится огромной. Наночастица состоит всего лишь из нескольких тысяч или миллионов атомов, а это очень мало — ведь даже в невидимой простым глазом живой клетке атомов в миллионы раз больше. Поэтому материал в нанопорошке как бы выворачивается наизнанку, почти все атомы оказываются на поверхности, на границе с внешним миром и энергично с ним взаимодействуют.

Например, серебро в форме наночастиц становится губительным для бактерий — это успешно применяется в современных ранозаживляющих повязках. Другой пример — нанорезина, нанопорошок из отработанных шин. Когда его добавляют в сырье для асфальта, дорога, покрытая таким асфальтом, служит в несколько раз дольше обычной.

Нанопорошки глины в последние годы используют в изолирующих покрытиях силовых кабелей — такая изоляция очень плохо горит, и это повышает безопасность зданий. Наночастицы диоксида титана (основы всем известных титановых белил) помогли создать самоочищающееся стекло: их локальная химия не дает мелким частичкам грязи прилипать к стеклу.

Мягкие металлы добавляют в виде наночастиц в масло для автомобилей, и износ деталей двигателя резко снижается. Daimler и Nissan применяют в ряде моделей лак с керамическими наночастицами для защиты от царапин и придания особого блеска. Нанопорошок алюминия в твердом ракетном топливе радикально ускоряет его сгорание, а наночастицы соединений платины очень эффективно работают в автомобильных катализаторах.

Основа энергетики мобильных устройств, фонариков и игрушек — обычная литий-ионная батарейка полностью обновилась за счет использования наноматериалов. Недавно начался промышленный выпуск литий-ионных аккумуляторов, содержащих наночастицы,— они заряжаются с немыслимой еще вчера скоростью: на 80% всего за минуту (обычно для этого требуется несколько часов).

Впрочем, столь прозаичные, хотя и эффектные примеры не очень-то убеждают в том, что нанотехнологии заметно изменят облик техносферы и наш образ жизни. Радикальных перемен ждут от более сложных наноструктур — звезд сегодняшней наносцены.

Нанотрубки и наноковрики

Сегодня символ нанотеха — углеродная нанотрубка, свернутая из одного слоя атомов углерода, как из листа бумаги. Типичный диаметр трубки — несколько нанометров. Длина иногда в миллионы раз больше (при массовом выращивании в лучших современных установках она достигает долей миллиметра). Первые в истории нанотрубки углерода были получены в экспериментах советских ученых еще в 1952 году — они появлялись в саже электродуговых свечей. Тогда на них не обратили внимания, и только в 1991 году этот замечательный наноматериал был вновь открыт в Японии и сразу приобрел всемирную славу.

Углеродные нанотрубки в 20 раз прочнее и в 10 раз легче стали. Сплетенная из них нить толщиной в пару десятков микрон в пять раз крепче волокон кевлара. Чрезвычайно прочна и нанобумага из этих частиц, которую уже научились производить со скоростью несколько метров в минуту. Удивительно, но из таких же трубок делаются и прозрачные электропроводящие пленки толщиной в десятки нанометров для использования в дисплеях и телевизорах. Углеродные нанотрубки могут быть хорошими проводниками тока, а могут — и полупроводниками. В обоих случаях заманчивое применение — наноэлектроника, так как размеры нынешних транзисторов и проводов в микросхемах скоро будет невозможно уменьшить традиционными методами. Трубки из углерода и других материалов открывают здесь новую перспективу: не исключено, что процессор недалекого будущего будет похож на лес нанотрубок, выращенный на подложке. Месяц назад китайские ученые продемонстрировали даже громкоговоритель на пленке из нанотрубок. Его можно приклеить к стене или повесить на крючок, как полотенце. В устройстве нет мембраны — звук порождается быстрыми колебаниями температуры пленки при прохождении переменного тока.

Одно из самых перспективных направлений в нанотехнологиях — разработка сверхмалых датчиков чего угодно. Нанотрубки служат для них чувствительными элементами. Поле применения таких датчиков огромно, от медицинской диагностики до непрерывного детального наблюдения за средой обитания. Уже созданы нанодатчики взрывчатки, такие же чувствительные, как нос собаки, хотя пока и не такие избирательные.

Фуллерен — еще одно громкое нанослово. Молекулы этой формы углерода — симметричные многогранники из атомов, похожие на футбольный мяч. Классический фуллерен из 60 атомов впервые получил один из пионеров нанотехнологий Ричард Смолли с коллегами в 1980-х годах. Новые структуры назвали в честь инженера и философа Бакминстера Фуллера, который использовал аналогичные многогранники в строительных конструкциях.

(Окончание на стр. 27)

Дмитрий Бутрин
Редактор отдела экономики

Неочевидные свойства наноалюминия

Люди, занимающиеся в России нанотехнологическими разработками, вряд ли претендуют на то, чтобы изменить мир так, как это сделал Анри Этьен Сент-Клер Девиль, выпускник медицинского факультета Парижского университета. Но вся нанотехнологическая активность в России в начале XXI века будет бессмысленна, если не повторит судьбу открытия Девиля. В 1860 году открытие французского химика ассоциировали с миром высокой моды, в 1870-м — с хайтеком, а в 1880-м — с дешевкой, и речь идет об одном и том же материале. У госкорпорации «Роснано» тридцати лет Девиля нет: докатиться до банальностей ей надо минимум вдвое быстрее.

Список панельных докладов на конференции Rusnanotech-08 — международном форуме по нанотехнологиям, проходящем 3–5 декабря в Москве, думаю, нелегко читать даже физикам. Что может объединить асимптотические решения уравнения Паули в нанотрубках (квантовая физика), двухфазные наноуглеродные системы для полевых эмиттеров (элементная микроэлектроника), наносомальный транспорт нейротропных средств в центральную нервную систему (нейрофизиология) и нанотехнологии нефтедобычи (PR-технологии)? Разумеется, мода на нано.

Анри Девиль, в 1854 году разрабатывая методику получения алюминия, в отличие от большинства нанотехнологов XXI века не думал, что работает в ультрамодной индустрии. Тем не менее, когда в 1872 году именно ему Международной комиссией мер и весов было поручено изготовление платино-иридиевого эталона метра, мир знал его как изобретателя баснословной роскоши, понимающего толк в драгметаллах.

Но, к сожалению, в своих работах Девиль не затрагивает вопроса о том, как конвертировать теоретические разработки сначала в высокую моду, а затем в базовую отрасль промышленности. А в этом как раз и есть задача «Роснано», и с первым этапом дела обстоят ничуть не проще, чем со вторым.

Одним из самых свежих нанотехнологических открытий сейчас является графен — однослойная пленка кристаллического углерода, образующая молекулярную двухмерную сеть шестиугольников. Всякий, кто видел в учебнике диаграмму, изображающую кристаллическую решетку графита, осознавал, что с кристалла можно «содрать» слой молекул — и получить графен. Впервые же эту задачу удалось решить в 2004 году совместно работающим в Манчестере и Черноголовке группам физиков под руководством Андрея Гейма и Константина Новоселова: углеродную сетку удалось «посадить» на подложку оксида кремния.

Графен пока бесполезная вещь в народном хозяйстве: Гейм и Новоселов, разумеется, почти сразу сообщили, что подобный предмет, двухмерный кристалл, способен произвести революцию в электронике и в перспективе 20–30 лет графеновые микропроцессоры способны вытеснить все современные полупроводниковые технологии. Впрочем, возможно, это и не так, тем более что Гейм и Новоселов не настолько близки к компьютерной технике как таковой. Они квантовые физики, и им двухмерный электронный газ, целочисленный и дробный эффект Холла и хаотический бильярд Дирака куда интереснее пределов миниатюризации ноутбука, чем заинтересовались бы обычные венчурные инвесторы. Тем не менее графен просто обязан стать столь же ультрамодным, как и открытые лишь в 1985 году фуллерены и чуть позже — углеродные нанотрубки, которые умеют производить в промышленных масштабах и от которых безуспешно ждут чудес уже 30 лет.

Зачем? Вряд ли Анри Девиль мог представить себе самолет. Но и для «Роснано» пока и нанонефтяники, и нанохимия мозга, и нанокраски в основном способ сделать из блестящего белого металла предмет вожделения бизнес-сообщества. Важно включить ученых в современную экономику, пусть и таким сложным способом. Впрочем, нынешняя реакция ученых на «Роснано» и ее активность не столь важна, как кажется. Истинный эффект от вложений в нанотехнологии появится тогда, когда станет ясно, какие простые и революционные базовые технологии последуют за венчурными инвестициями.

В науке же Анри Девиль известен даже не алюминием. В 1857 году, написав статью «О диссоциации» (он исследовал разложение воды на водород и кислород над расплавом платины, полтора века назад дав намек на будущее водородной энергетики), Девиль стал одним из создателей физической химии. Технологии изготовления материалов большинства предметов, окружающих нас, от экрана монитора до автопластика, были бы невозможны без этого труда. Наполеон III довольно щедро финансировал алюминиевые изыскания Девиля. Но вряд ли он мог заподозрить, сколько сотен миллиардов сделано и сколько еще будет сделано бизнесом на теоретических работах Девиля за какие-то 150 лет.

review RUSNANOTECH 08

«„Роснано“ — нетривиальное изобретение власти»

МИХАИЛ КОВАЛЬЧУК, директор российского научного центра «Курчатовский институт», ученый секретарь совета при президенте РФ по науке, технологиям и образованию, в интервью корреспонденту „Ъ“ АЛЕКСАНДРУ ГУДКОВУ рассказал о том, как нанотехнологии позволят сформировать новый экономический уклад.

— Вы один из ведущих специалистов по нанотехнологиям в нашей стране. Говорят, Владимир Путин в поисках прорывной технологии, которая могла бы превратить Россию из сырьевой державы в мирового лидера в области высоких технологий, обратился к вам. И, посмотрев вашу презентацию, он немедленно выделил $10 млрд на нанотехнологии. Что же вы ему рассказали?

— Сразу замечу: деньги выделены не абстрактно на нанотехнологии, а конкретно на их коммерциализацию, создание рынка продукции наноиндустрии. И для этого выделено не $10 млрд, а 130 млрд руб., то есть чуть больше $5 млрд. Давайте попробуем сформулировать, что такое сырьевая и инновационная экономика. Противопоставлять сырьевую и инновационную экономику в корне неправильно. Экономика бывает либо инновационной, либо нет. Другое дело, что инновации могут быть в различных отраслях, в том числе в сфере ресурсов. Разведка и добыча нефти, любых полезных ископаемых, очистка, обогащение и производство химического сырья — все это и есть высокие технологии, наукоемкая экономика.

В Советском Союзе, несомненно, была инновационная экономика. Но рынок высокотехнологичной продукции делится на два различающихся сегмента. Первый связан с развитием стратегических направлений, обеспечивающих национальную безопасность, технологическую и экономическую независимость страны в целом. Основным заказчиком и покупателем на этом рынке в любой стране является государство.

Второй сегмент в значительной мере социально ориентирован, нацелен на улучшение жизни людей и относится к рынку высокотехнологичных потребительских товаров. В СССР бурно развивался первый стратегический сегмент, но не развивался второй. То есть административная система обеспечила взрывное развитие стратегических отраслей экономики, но отсутствие второго сегмента привело к тому, что технологии не перетекали на потребительский рынок, ложась тяжелым бременем на экономику и налогоплательщиков. Инновационная экономика — это когда наука является производительной силой, частью экономики.

Что мы имеем сегодня? На нанотехнологии в России бюджет выделил не меньше средств, чем в самых богатых странах, но на Западе такой же объем финансирования дает и бизнес, а у нас этот источник отсутствует. По многим причинам: еще нет культуры, нет долгосрочной стратегии бизнеса. И сегодня получается, что вроде все готово, но этих денег частных нет.

В этой ситуации создание «Роснано» — это нетривиальное изобретение нашей власти. Государство сделало как бы протез недостающим деньгам бизнеса. Взяло бюджетные деньги, федеральным законом «перекрасило» их в коммерческие и переложило в «Роснано». Сегодня это государственные деньги, которые по оперативности использования близки к коммерческим. Если теперь бюджетные деньги и деньги «Роснано» будут двигаться вместе, то удастся запустить правильный инновационный механизм. Потом выращенный бизнес можно будет продать.

А что касается решения президента и как все было, то это не светская хроника. Глубокое заблуждение считать, что какие-то серьезные решения могут быть приняты оттого, что кто-то кому-то что-то сказал. Просто наука в своем развитии подошла к очередному этапу. Сегодня мы не только знаем, что все состоит из атомов, но и научились эти атомы видеть, научились ими манипулировать. То есть наука, техника и технология подошли к тому, чтобы осознанно манипулировать атомами и молекулами, создавая новые материалы с заданными свойствами. А Владимир Владимирович Путин четко уловил изменение парадигмы научного развития, готовность страны и науки к этому и принял необходимые решения, в том числе и относительно госкорпорации «Роснанотех».

ЛЕОНИД СТОРОЖЕВ

— Михаил Валентинович, после создания госкорпорации многие ученые заявили, что занимаются нанотехнологиями. Но каждый понимает под нанотехнологиями что-то свое. Первый проект «Роснано» — это обрабатывающий станок высокой точности для производства асферической оптики. Для электронщиков нанотехнология — это типоразмер микросхемы, для материаловедов — технология создания материала с новыми свойствами. Существует ли принятое в научном мире универсальное определение нанотехнологий?

— Дело в том, что точного определения дать нельзя. Это то же самое, что дать точное определение фундаментальной и прикладной науки, попытаться провести между ними жесткую границу.

Нанотехнологии — это некий процесс, явление, переход, как от каменного века к железному. Понимаете, любая научная деятельность, любая новая технология материализуется в виде материала. То есть вся наука переходит в общество, экономику, промышленность не в виде кривых и графиков, в которых она доступна ученым, а в виде материалов. Нанотехнология — это переход к принципиально новому конструированию материалов. Раньше вы это делали эмпирически: попробовали так, не получилось — попробовали по-другому. Теперь вы начинаете моделировать: например, у вас есть установка, из которой вы испаряете атомы, они вылетают и садятся на подложку. Один слой, потом другой. Вы их формируете слой за слоем. Это — атомно-молекулярное конструирование. И таким путем вы можете создавать материалы с совершенно новыми свойствами. Возьмем, например, корпус атомной станции. Внутри — ядерный реактор, летят нейтроны, дикая радиационная нагрузка. Под действием нейтронного потока металл становится хрупким, появляются трещины, сокращается срок службы. Сейчас в принципе мы можем просчитать и увидеть практически, как ведет себя каждый атом, мы их видим, и мы знаем, какой атом и где должен быть, чтобы не было охрупчивания, чтобы не было наведенной радиоактивности. И мы на основе нанотехнологии создаем новую технологию по изготовлению стали для реактора с принципиально новыми свойствами. То есть речь идет о любых макрообъектах, созданных при помощи нанотехнологий. Речь идет о создании новых рынков. Речь идет о формировании нового экономического уклада. Сейчас мы слышим массу спекуляций, что вот нано — это что-то маленькое, в микроскоп не видно. Электронщики кричат: «Нанотехнологии — это мы». Химики, медики — то же самое. И все они правы. Но это не главное. Ведь в развитии нанотехнологий есть еще один важный смысл. Это — запуск будущего.

Приведу пример. 60 лет назад изобрели микроэлектронику, началась эра создания интегральных схем и компьютеров. Самым совершенным компьютером является наш мозг. В элементарной ячейке молекулы белка — сотни тысяч атомов, а в кремнии, из которого сделаны все процессоры,— восемь. То есть взяли кремний и, вложив триллионы долларов, играются с ним уже 60 лет, создав уникальную цивилизацию. Но за это время благодаря синхротронному излучению, рентгеновской кристаллографии и другому расшифровали структуру белков, поняли, как они функционируют. Когда это стало понятно, мы вплотную подошли к тому, чтобы разобраться с объектами живой природы, биологическими объектами. Мы начали разбираться не только с простыми моделями неорганической природы (кремний, где восемь атомов), но и с биоорганическими материалами, объектами живой природы, где сотни тысяч атомов. И сейчас мы присутствуем при колоссальном сближении органики и неорганики. Самое совершенное достижение неорганической технологии — это технология твердотельной микроэлектроники. Это одна сторона. Вторая — наше фундаментальное знание в области молекулярной биологии и живой природы вообще. Цель и смысл запуска будущего именно в том, чтобы соединить органические и неорганические объекты и технологии. Например, глаз является совершенным оптическим сенсором.Но если мы возьмем интегральную схему и наложим на нее светочувствительный белок, то мы сделаем гибридный глаз. Приемник будет как у живой природы, а считывать будет электроника. Создание гибридных систем — это первый этап нанореволюции. Сегодня приоритет любой развитой страны заключается в том, чтобы развивать четыре связанные технологии. Это информационная технология, нанотехнология (как новые подходы к созданию материалов), третье — это биоорганические технологии, четвертое — то, что называется когнитивной технологией (от cognition — мышление, сознание). Это наука о том, как сознание управляет тем, что мы создаем. Это называется нанобиоинфокогнитивные технологии (НБИК-технологии). Развитием этого принципиально нового и важного направления, в частности, занимается головная научная организация по направлению нанобиотехнологий — научно-исследовательский центр «Курчатовский институт», который я имею честь представлять.

Знания — деньги

Российские наукоемкие инновации ожидает нелегкое будущее. В науку, исследования и разработки в последние годы стали поступать деньги. Однако деньги эти надо освоить. А отраслевые инженерные, проектные институты, опытные заводы, то есть ключевые звенья инновационной цепочки, находятся в катастрофическом состоянии. Поэтому новорожденные технопарки, бизнес-инкубаторы и особые экономические зоны выглядят инородными элементами на одряхлевшем теле российских исследований и разработок.

Результат — автомат Калашникова

Сухой остаток из предложений старой гвардии президиума Российской академии наук, инженерных генералов военно-промышленного комплекса выглядит так: наука — бизнес — производство. Государство кормит российскую науку, потом научные разработки при помощи государства настоятельно предлагаются российскому бизнесу, а бизнес при помощи все того же государства, справившись с начальным этапом коммерциализации, разворачивает масштабное производство, причем сразу мирового уровня, так как в стране, по мнению старой гвардии, остался еще огромный задел, который надо лишь умело коммерциализировать.

На примере нанотехнологий разделение труда государственных институтов, обслуживающих эту схему, выглядит в глазах научного истеблишмента примерно так. Через государственные академии наук, Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ), федеральные целевые программы (ФЦП) финансируются научные исследования (НИР) и опытно-конструкторские разработки (ОКР), госкорпорация «Роснано» финансирует коммерциализацию разработок, а бизнес разделяет с ней риски и участвует в проектах как соинвестор, внедряя их в массовое производство (по данным опроса Центра политических технологий.) Во всем этом без труда угадывается советская схема НИР — ОКР — внедрение — производство. «Роснано» здесь заполняет нишу внедрения и вместе с бизнесом — производства. Но защитники этой системы забыли упомянуть о том, каких людских и экономических ресурсов она требует.

Памяти погибшего инженера

Эта схема имеет серьезные прорехи в том, что касается фундаментальной науки, но кроме них — зияющую инженерную дыру, если не пропасть. В советское время ключевыми звеньями системы исследований и разработок были отраслевые научно-исследовательские институты (НИИ), проектные, конструкторские организации, опытные заводы, где трудилась армия инженеров и ученых «технических наук». По данным Федеральной государственной службы по статистике (Росстат) и Высшей школы экономики, «исследователей» в РСФСР в 1989 году, по статистике, было около 1 млн 100 тыс., сейчас их почти втрое меньше — 388 тыс. (2006 год). В категорию «исследователи» в российской статистике попадают ученые, инженеры, конструкторы, проектировщики, то есть все те, кто непосредственно создает интеллектуальный продукт. Ученых (тех, кто добывает новые знания) было в СССР не более четверти всех «исследователей». По статистике 2006 года, «технических исследователей» (инженеров, конструкторов, проектировщиков) было в три раза больше, чем всех ученых, работающих в естественнонаучной области (248 тыс.— инженерные дисциплины, 89 тыс.— естественные). Только с 1995 по 2004 год, по данным Росстата, число конструкторских организаций сократилось на 65%, а проектных — на 70%. Общее число «технических исследователей» уменьшилось на те же 70%.

После распада Советского Союза в течение следующих 15 лет российская наука и инженерия не были востребованы ни государством, ни бизнесом. За это время в развитых странах ушли за горизонт не только отдельные технологии, но и национальные инновационные системы в целом. Генетика, компьютерно-цифровые технологии, интернет, стволовые клетки, клонирование — символы и двигатели научно-технического прогресса второй половины XX века. XXI век открылся нанотехнологиями.

При проектировании российской системы инноваций не уделяется достаточного внимания состоянию российской инженерии, а ведь это не только разработка конструкций и технологий создания продуктов, но и проектирование «производства средств производства», то есть заводских конвейеров, инфраструктуры, цехов и т. д. Поэтому крупные российские предприятия, в том числе сырьевые флагманы, давно покупают технологии «под ключ» у мировых лидеров.

Наука — не жизнь

Российская наука сохранилась гораздо лучше, чем инженерия, так как наиболее энергичные ученые (20–30 тыс. без учета членов семей, по оценке Сергея Егерева, замдиректора Российского НИИ экономики, политики и права в научно-технической сфере) уехали на Запад, сохранив связи в России (а некоторые — и позиции в академических институтах). До 10 тыс. перспективных ученых и инженеров до сих пор 6–8 месяцев в году работают за границей. Более 10 тыс. ученых и инженеров трудятся в филиалах западных фирм в России. А всего ученых-естественников в России, напомним, 89 тыс.

Несмотря на это, создающейся инновационной системой России может быть коммерциализировано только очень небольшое количество research and development (R&D). С этим пунктом горячо спорят руководители российской науки, утверждая, что не все потеряно. Якобы в закромах еще остались замечательные разработки, которые только и ждут толковой коммерциализации. К сожалению, как говорили герои «Операции Ы», «все уже украдено до нас». На протяжении последних 20 лет из российской науки ушла половина самых активных ученых. Часть ученых уехала за границу. Часть организовала собственный бизнес в России. И те и другие ушли не с пустыми руками. На новом месте выгодно иметь хорошие стартовые условия. И 20 лет назад, и сейчас защитить интеллектуальную собственность, созданную в российской научно-технической системе, практически невозможно. Поэтому наиболее перспективные разработки давно коммерциализированы в развитых странах. Более того, российская научная диаспора продолжает сотрудничать с коллегами из России. Так как внутри страны превратить даже самые замечательные идеи в деньги очень сложно, то вполне естественно, что большинство коммерчески перспективных разработок перетекает вместе с их носителями туда, где они востребованы бизнесом. Поэтому, кстати, часть российской науки (10–15%, по данным Института экономики переходного периода), встроенная в мировые инновационные цепочки, находится на хорошем уровне и может переключиться на российские проекты, но пока выжидает.

Чуждые идеи

Вот на эту научно-инженерную почву и пытаются пересадить западные технологии стимулирования инновационной экономики.

Основные черты западных инновационных систем — открытость и включенность в международные сети, отсутствие разрывов в инженерно-производственной, бизнес-инновационной цепочке, развитая юридическая система, менеджмент, консалтинг. Движущей силой инноваций являются временные команды (кластеры), в которые входят университеты, исследовательские центры, центры трансфера технологий, небольшие инновационные фирмы и т. д. Команды, а не учреждения получают средства напрямую. Питаются инновации конкурентной гонкой больших и средних игроков. Например, 70% всех инноваций Финляндии связано всего с одной компанией, Nokia, которая, правда, контролирует чуть не треть мирового рынка сотовых телефонов (в Финляндии на финансирование R&D идет 3,5% ВВП, в России — 1%). В Австрии 10 фирм обеспечивают 43% финансирования R&D.

Инновационную цепочку в развитых странах упрощенно можно представить следующим образом. Фундаментальная наука как таковая, где ученых волнует только то, как устроен мир, и прикладная наука, прицельно направленная на изучение явлений и процессов, необходимых для развития технологий. Они являются почвой для R&D. Потом собственно R&D, где создаются технологии и опытные образцы (часто прикладную науку включают в R&D). Далее ранняя, посевная стадия (seed), где создаются мелкие серии, опытно-промышленные образцы и т. д. Затем следует мелкий инновационный бизнес (start-up), начало собственно бизнес-существования проекта, когда уже есть команда и коммерческие перспективы. Потом ранняя стадия развития бизнеса (early stage), когда начинаются серийные продажи и формируется ниша на рынке. И наконец, расширение производства до массовых серий (expansion), где заканчиваются инновации и начинается развитое промышленное производство.

Этой схемой руководствуются те, кто хотел бы реформировать российскую систему исследований и разработок (экономисты-западники, менеджеры Минобрнауки, Министерства экономического развития и т. д.). На все эти стадии разработаны, уже существуют и продолжают наращиваться институты, аналогичные западным. R&D финансируют Роснаука, РФФИ, ФЦП, немного Российская академия наук. Фонд содействия развитию малых форм предпринимательства в научно-технической сфере и Российский фонд технологического развития поддерживают проекты на R&D-, seed- и start-up-стадии. Start-up, early stage — объекты финансирования Венчурного инновационного фонда, Российской венчурной компании. На этот сегмент нацелены также технопарки, зоны трансфера технологий, особые экономические зоны и т. д. Почему же эта система так неэффективно работает в России и вызывает шквал критики? Может быть, потому, что все эти институты успешно работали бы при здоровой, действующей научно-технической системе?

Институты развития или институты создания

Даже если решить общие проблемы российской экономики, сформировав работающую систему интеллектуальной собственности, эффективное патентное право, понятные и удобные организационно-правовые механизмы создания юридических лиц, закрепленные в законах и Гражданском кодексе, и т. д., то все равно останутся серьезные структурные проблемы самой системы научно-технологических инноваций, о которых шла речь выше.

Ответы экспертов на вопрос, что делать в этой ситуации, сводятся к следующему.

Скорее всего, необходимо решать проблему отсутствия сотрудников в возрасте 30–45 лет, стимулировать включение перспективных российских команд и организаций в мировые инновационные цепочки. Там, где научно-технический фронт оголен, придется осторожно заполнять научные и технологические лакуны иностранными экспертами (начиная с соотечественников), иностранными инжиниринговыми, конструкторскими, проектными организациями, что уже делают на своих рынках российские сырьевые корпорации. При этом представляется разумным, чтобы вместе с иностранными компаниями в проекты были включены перспективные российские группы, которые могли бы учиться, перенимать опыт и в перспективе занять место западных коллег. Важно также создать инструменты и условия, которые бы стимулировали инновации в крупном российском бизнесе, причем это выражалось бы не только в смене одного западного оборудования на другое.

Главное, чтобы в ключевых точках со временем происходила замена зарубежных спецов на своих, а в менее значимых местах цепочки накопления стоимости международная кооперация может быть и более выгодной. Даже в Mercedes немецкой сборки из 5 тыс. деталей всего 500 делается в Германии. Остальные — за границей. Несмотря на это, большую часть прибыли получает именно немецкий концерн.

Константин Александров

Размер государственного значения

(Окончание. Начало на стр. 25)

Разумеется, эти возможные проекты «Роснано» — не для всего рынка, однако происходящее сейчас в корпоративном секторе для подчиненных Анатолия Чубайса — бесплатный искусственный отбор потенциальных партнеров и клиентов, крайне дорогостоящий еще в июле 2008 года. Селекция рисков нанотехнологических R&D-разработок внутри компаний из чисто шкурных соображений — это лишь часть картины. Добавим к ней селекцию корпоративных стратегий, селекцию менеджмента и особенно его финансовых блоков (до осени 2008 года оценка рисков явно не была сильной стороной российского корпоративного управления), рост конкуренции на основных докризисных рынках, снижение запросов со стороны персонала, переориентация компаний на рост производительности труда любой ценой, рост стоимости кредита — на выходе мы будем иметь чрезвычайно интересную карту возможностей и для «Роснано», и для тех, кто готов работать с госкорпорацией.

Дмитрий Криницкий, директор «Роснано» по взаимодействию с региональными институтами развития, оценивая карту регионального распределения заявок в «Роснано» (см. карту), в беседе с „Ъ“ рассматривал ее прежде всего с точки зрения взаимодействия с региональными институтами развития. Тем не менее нельзя не отметить: за исключением Москвы, в целом центра деловой активности России, «точки возмущения» на ней достаточно хорошо совпадают с географией проблем в обрабатывающей промышленности и индустрии. Вдобавок она достаточно неплохо дополняется двумя графиками исследований и прогнозов Lux Research по подотраслевым перспективам нанотехнологической индустрии. Ожидаемые хиты нанотехнологических разработок на ближайшие годы — композитные материалы и покрытия для обрабатывающего сектора (машиностроение — Татария, Ленинградская область и Санкт-Петербург, Московская область, Екатеринбург), автомобиле- и авиастроения (Татария), электронная, фармацевтическая промышленность и биологические исследования (Новосибирск, Иркутск). Некоторое сокращение темпов роста сектора уже сформировавшихся нанотехнологий в 2009–2014 годах с опережающим ростом новых нанотехнологий дает шанс всем остальным. Как, впрочем, и «Роснано».

Дмитрий Бутрин

КАК ЗАКАЛЯЛОСЬ НАНО

В России нанотехнологии могут праздновать день рождения 30 марта. В этот день в 2002 году президент страны утвердил «Перечень критических технологий Российской Федерации», где на официальном государственном уровне впервые используется и раскрывается этот термин. Критическими признали следующие нанотехнологии: материалы для микро- и наноэлектроники; прецизионные и нанометрические технологии обработки, сборки, контроля; элементная база микроэлектроники, наноэлектроники и квантовых компьютеров. Через два года правительством РФ была одобрена «Концепция развития в Российской Федерации работ в области нанотехнологий на период до 2010 года», а в 2006 году утверждена «Программа координации работ в области нанотехнологий и наноматериалов в Российской Федерации». В ней вместе с головной научной организацией, головными организациями отраслей и научно-образовательными центрами перечисляются также экономические инструменты программы: центры трансфера технологий, венчурные фонды и, наконец, Фонд развития наноиндустрии. Это и есть прообраз «Роснано». В программе говорилось, что Фонд развития наноиндустрии «как специализированный институт будет содействовать совершенствованию механизма коммерциализации разработок и финансирования производственных проектов в области нанотехнологий и наноматериалов». Все это происходило еще до обнародования президентской инициативы по нанотехнологиям. 24 апреля 2007 года президент РФ поставил свою подпись под инициативой «Стратегия развития наноиндустрии». Государством должны быть выделены необходимые средства на материально-техническое, кадровое и организационное обеспечение соответствующих работ. Федеральный закон «О Российской корпорации нанотехнологий» был подготовлен Госдумой всего за три месяца, и 19 июля президент его подписал.

review RUSNANOTECH 08

«Экономика без инноваций неконкурентоспособна»

АНАТОЛИЙ ЧУБАЙС, генеральный директор «Роснано», рассказал „Ъ“ о том, как построить в России инновационную экономику.

ДМИТРИЙ ЛЕБЕДЕВ

— Анатолий Борисович, вас нельзя назвать совсем уж новым человеком в области нанотехнологий. Все-таки вы входили в состав наблюдательного совета «Роснано» с момента ее создания. А теперь являетесь генеральным директором корпорации. В чем, на ваш взгляд, ключевая роль «Роснано»?

— В стратегии корпорации записано, что ее миссия заключается в содействии реализации государственной политики, направленной на завоевание Россией лидерских позиций в мировой наноиндустрии. Под эту задачу есть и конкретные цифровые показатели: в 2015 году объем продаж российской продукции наноиндустрии, в том числе с участием проектов корпорации, должен составить 900 млрд руб. А ее доля на мировом рынке — достичь 3%. Чтобы этого добиться, «Роснано» должна действовать только как крупный государственный инвестиционный фонд: искать и отбирать проекты, оценивать их экономическую и научную состоятельность, помогать найти частного инвестора, участвовать в управлении созданного бизнеса. Однако только проектной работы недостаточно. Сейчас отчетливо видна потребность в формировании системной политики, основное содержание которой — содействие созданию институтов инновационного развития, то есть инновационной среды, в России. Системные решения, которые затрагивают весь инновационный сегмент экономики, должны быть предварительно обкатаны на конкретных проектах. Вот мы за 8 месяцев получили почти 800 заявок. Из них принято пока только 6, в стадии прохождения еще 80. Думаю, к концу первого полугодия будущего года будет утверждено более 40 проектов с общим объемом наших инвестиций около 40 млрд руб. Уже вскрылась масса проблем, о которых мы теоретически догадывались, но, пока не пошли конкретные проекты, не видели их системного решения.

— Системные решения предполагают наличие системы как таковой. Но есть ли в России сегодня инновационная среда или ее нужно создавать с нуля?

— Вот давайте возьмем сферу интеллектуальной собственности. В моем понимании важнейшими элементами инновационной среды являются работоспособная система защиты интеллектуальной собственности, эффективная технология в сфере оформления патентов, закрепленные в простых организационно-правовых механизмах Гражданского кодекса и корпоративного законодательства. Важнейшие отрасли права — налоговая, бюджетная, техническое регулирование — должны стимулировать инновации, а не отторгать их. Иными словами, необходимо создавать среду, в которой интеллектуальная собственность будет защищена и сможет адекватно конвертироваться в эффективный бизнес. Тогда инновационное производство развернется само собой. Другими словами, для всех участников инновационного процесса нужна комфортная правовая среда.

Не менее важный вопрос — развитие научно-технологической, производственной и финансовой инфраструктуры — «бизнес-ангелов», «посевных» и венчурных инвестфондов, бизнес-инкубаторов, технопарков, технико-внедренческих зон. В настоящий момент в России уже есть первые подобные институты. Нам вместе нужно оценить их жизнеспособность, структурировать проблемы, найти пути решения и дальше обеспечивать развитие.

Сегодня эта работа руководством страны обозначена в качестве ключевого стратегического приоритета для России. Лидеры в ней — Министерство образования и науки, Министерство экономического развития, Министерство промышленности и торговли, РАН и институты развития. Конечно же, и «Роснано» должна найти в ней свое место. Результатом консолидации этих усилий должны стать конкретные проекты с понятной коммерческой составляющей и социальной и политической выгодой для страны.

— На поддержку инноваций в России выделены колоссальные бюджетные средства. Но не кажется ли вам, что главная проблема этой сферы лежит в другой плоскости, например в дефиците проектов?

— Я знаю, это распространенное мнение. И действительно, готовых проектов не так много — как я уже говорил, не более 10% от общего числа заявок. Но я отнюдь не уверен, что скептики правы. Хотя бы потому, что существующая система сбора проектных заявок по принципу самотека далека от совершенства. Могу предположить, что мы просто пока еще не видим всей картины целиком.

Думаю, что существует очень серьезный и пока не используемый ресурс притока новых проектов.

Чтобы исправить эту ситуацию, нам крайне важен постоянный контакт с генераторами знаний — представителями фундаментальной и прикладной науки. Помимо основной работы по поддержке проектов «Роснано» намерена активно привлекать ученых к участию в экспертных нанотехнологических сообществах. Это во-первых. Во-вторых, ученые должны получить возможность работать на инфраструктурных инвестпроектах «Роснано», в том числе в нанопроизводственных центрах коллективного пользования. В-третьих, корпорация обязуется обеспечить защиту информации, предоставляемой научным сообществом на этапе подачи заявок. Наконец, четвертое перспективное направление — это аккредитация университетских и академических лабораторий в созданной нами системе добровольной сертификации нанопродукции «Наносертифика».

— А как деятельность самой корпорации воспринимается в научной среде?

— По-разному. У меня нет иллюзий: многие представители научного сообщества воспринимают «Роснано» настороженно. Но мы понимаем, что без конструктивных отношений с наукой о развитии российской частной наноиндустрии можно забыть. Поэтому мы развиваем партнерство с научно-исследовательскими организациями, заключаем с ними соглашения о сотрудничестве, обсуждаем перспективы совместных проектов. Например, такое соглашение о создании центра нанотехнологий мы будем заключать с МГУ. Там просто кладезь прорывных разработок с хорошими коммерческими перспективами. Однако опять же нужно создавать среду, в которой эти идеи могут превращаться в конкретный высокотехнологичный продукт.

— Но готов ли второй контрагент «Роснано» — частный бизнес — вкладываться в нанотехнологии? Ведь финансирование наукоемких разработок связано с высокими рисками. А сейчас не лучшее время, чтобы рисковать…

— Вы правы, в условиях финансового кризиса аппетит бизнеса к венчурным проектам резко падает. Это с одной стороны.

Но у нынешнего кризиса есть и позитивное следствие. Он наглядно доказывает, что для страны невозможно стратегически ориентироваться только на нефть и газ. Цена на углеводороды упала — перед страной встают острейшие проблемы, зависимость страны от экспорта сырья теперь уже школьнику понятна.

Именно в этих условиях вопрос о дополнении российской экономики сильным инновационным сегментом становится крайне важным. Для бизнеса внедрение высоких технологий — это колоссальный ресурс снижения издержек и повышения конкурентоспособности. В первую очередь это актуально для тех же сырьевых отраслей.

Ни для кого не секрет, что стоимость добычи нефти и газа в России в последние годы неуклонно повышается, а добыча падает. Еще год назад об этом можно было не думать: растущие цены на сырье с лихвой покрывали издержки. Но обратите внимание, кто сегодня наиболее активный потребитель нанотехнологий в мире — нефтегазовые компании. Мир признал, что экономика без инноваций перестает быть конкурентоспособной.

Я убежден, что и для российского отраслевого сектора существует только один способ кардинально повысить эффективность — широкое внедрение новых технологий.

— Наноиндустрия в России только зарождается. Не спешим ли мы проводить свой Международный форум по нанотехнологиям?

— Ровно наоборот. Мы уже в позиции догоняющего. И нам нужен зарубежный опыт не только для руководителей научных институтов, чиновников, владельцев крупных компаний. Мы должны создать в России глобальную нанотехнологическую площадку для широкого круга научной общественности, бизнеса, в том числе малого и среднего, регионов, экспертов. Вот, собственно говоря, ради начала решения этой задачи и проводится форум.

Будет бизнесу наука

В мире есть государственные нанотехнологические структуры, имеющие примерно такое же финансирование, как и «Роснано», но внутренним устройством и механизмом действия российская госкорпорация от них заметно отличается. Ее задача — исправить несовершенства инновационной сферы и развивать направления, которых больше всего не хватает отечественной наноиндустрии.

Корпорация как точка входа

Инновации нельзя предписать, но для них можно создать благоприятную среду. Корпорация должна снизить риски и барьеры вхождения в рынок для стартующих предприятий и тем самым содействовать выращиванию конкурентоспособного бизнеса. «Роснано» заполняет с помощью долгосрочных инвестиций разрыв на уровне коммерциализации результатов НИР и ОКР, существующий сегодня в России. Выступая как соинвестор, корпорация принимает на себя значительную часть рисков в нанотехнологических проектах, повышая их привлекательность для частного капитала. Участие соинвесторов — обязательное условие реализации проекта. Проект должен быть интересен не только госкорпорации, но и другим участникам рынка.

С момента создания корпорации прошло немногим более года, и уже семь месяцев она принимает и рассматривает инвестиционные проекты. «„Роснано“ прежде всего институт развития. Нам важно поддержать перспективные технологии, даже если их оформление вначале далеко от совершенства. Сотрудники „Роснано“ помогают российским ученым и изобретателям разработать стратегию бизнеса, оценить международные рынки с точки зрения вывода своей продукции. Словом, „упаковка“ проекта — дело не только заявителя, но и наших специалистов»,— говорит директор проектного офиса корпорации Михаил Чучкевич.

К середине ноября 2008 года в «Роснано» поступило более 730 заявок всего на 622 млрд руб. из 104 российских и зарубежных городов. Заявки из других стран корпорация принимает, только если проект предусматривает создание нанотехнологического производства на территории России. Из общего числа заявок 252 заявки на сумму 383 млрд руб. описывают потенциально коммерциализируемые проекты. В этих проектах самые заметные доли занимают электроника (17%), энергетика (17%), машиностроение (16%) и медицина (15%). К декабрю наблюдательный совет «Роснано» одобрил финансирование пяти инвестиционных проектов с суммарным бюджетом 6,9 млрд руб.

Успех любых инвестиционных проектов, связанных с высокими технологиями, определяет квалифицированная экспертиза, поэтому корпорация придает ей первостепенное значение. Чтобы обеспечить независимость экспертизы, корпорация отбирает ведущих российских и зарубежных ученых, технологов, конструкторов и производственников по строгим наукометрическим критериям.

Сначала проект заочно оценивают научно-технические аккредитованные эксперты, которые работают независимо друг от друга. «Зная круг ведущих специалистов в моей сфере, я составил примерный список тех, кто придет на заседание в самом худшем случае. Все пятеро пришли и серьезно потрепали нас, указав на все недостатки работы»,— вспоминает Вадим Раховский, автор первого проекта, финансирование которого было одобрено,— проекта создания аппаратуры для изготовления сложной асферической оптики.

При положительном решении научно-технической экспертизы начинается следующий этап. Проект проходит производственную, инвестиционную, патентную и юридическую экспертизы. Инвестиционные менеджеры корпорации изучают возможные сценарии выполнения проекта и рекомендуют наиболее эффективный и комфортный для участвующих сторон вариант структурирования сделки. При их положительном заключении проект рассматривается научно-техническим советом корпорации, комитетом по инвестиционной политике и наблюдательным советом корпорации.

После принятия решения о финансировании корпорация выбирает тип инвестирования — это может быть доля в специально создающейся под проект компании, вхождение в капитал уже существующих юридических лиц и другие формы. «Роснано» не стремится максимизировать свою прибыль. Как только частный бизнес становится способен самостоятельно продолжать проект, корпорация выходит из него, а полученную прибыль вкладывает в новые проекты — цикл замыкается.

Теплица для инноваций

Задачи «Роснано», безусловно, шире задач обычного инвестфонда. И для финансируемых проектов, и в целом для наноиндустрии нужно создать благоприятную среду. Успех инноваций определяют в первую очередь талантливые специалисты, поэтому корпорация уделяет большое внимание проектам по их подготовке и переподготовке — как в нанотехнологиях, так и в менеджменте наукоемких предприятий. В корпорацию поступило 11 заявок на финансирование образовательных проектов. Первый из них — магистерская программа «Нанодиагностика, метрология, стандартизация и сертификация продукции нанотехнологий и наноиндустрии» на базе Московского института стали и сплавов и Московского физико-технического института — уже одобрен к финансированию наблюдательным советом корпорации.

Во всем мире нанотехнологические инициативы развиваются по пути создания поддерживающей инфраструктуры — нанотехнологических центров общего пользования, научно-внедренческих центров, бизнес-инкубаторов, центров трансфера технологий, фондов раннего инвестирования и других объектов. Россия не исключение. Корпорация рассматривает более 20 заявок на инфраструктурные проекты, ведет переговоры с МГУ о создании центра нанотехнологий, на базе которого будут вестись научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, осуществляться пилотное производство.

Развитие наноиндустрии в мире могло бы идти быстрее, если бы удалось унифицировать терминологию в области нанонауки и нанотехнологий, договориться об общих стандартах, единых процедурах измерений и протоколах испытаний, принципах биобезопасности. Корпорация включена в международный процесс по их разработке и развивает систему стандартизации и сертификации нанотехнологий в России. 22 октября начала работу созданная «Роснано» первая в России система сертификации продукции наноиндустрии «Наносертифика». Особое внимание при сертификации уделяется безопасности нанотехнологий.

В наноиндустрии, как и в инновационном бизнесе вообще, огромное значение имеет благоприятная правовая среда, в том числе надежная защита интеллектуальной собственности. Корпорация участвует в совершенствовании инновационного законодательства. Субъектам законодательной инициативы предлагаются изменения, которые помогут запустить эффективную систему коммерциализации технологий в сфере наноиндустрии.

Первый этап деятельности госкорпорации выявил ряд трудностей, с которыми сталкиваются заявители. Многие из них, особенно из научной среды, не привыкли работать с документацией по бизнес-проектам. Чтобы ученым было проще преодолеть этот барьер, корпорация выпустила рекомендации по заполнению заявок, а ее проектные менеджеры консультируют заявителей начиная с первичного обращения. Реагируя на замечания заявителей, корпорация стремится сделать процесс прохождения заявок и принятия решений максимально прозрачным.

Многие трудности заявителей, однако, могут быть устранены только при общем улучшении инновационного климата в России. Поэтому корпорация такое большое значение придает совершенствованию инновационного законодательства, созданию инфраструктуры, а также взаимодействию с частным бизнесом, который не привык работать с отечественными инновационными проектами.

Задача развития наноиндустрии в стране кажется очень сложной. Такой же неподъемной во второй половине 1990-х годов казалась реформа электроэнергетики. Сегодня вместо неповоротливой системы электроснабжения народного хозяйства создана полноценная рыночная отрасль, создан рынок электроэнергии. Может быть, и с нанотехнологиями получится.

Андрей Иванов

Звезды наносцены

(Окончание. Начало на стр. 25)

Массой невероятных и полезных свойств обладает открытый совсем недавно графен, плоский, толщиной в один атом, ковер из шестиугольных ячеек атомов углерода (в сущности, тот самый лист, из которого свернуты фуллерены и нанотрубки). Не исключено, что этот материал заменит кремний в электронике нового поколения, а трехмерные нанопористые структуры из таких листов будут, по расчетам, крайне эффективным хранилищем водорода в водородных элементах. Недавно выяснилось, что графен еще и самый прочный из известных сегодня материалов. Создатели графена (работающие в Англии физики российского происхождения) номинированы на Нобелевскую премию следующего года.

Фуллерены, нанотрубки, графен пробуются на сотни ролей в наноиндустрии, и каждый день появляются сообщения о новых достижениях. Многие из них связаны с энергетикой — так, в наступающем году начинается выпуск солнечных элементов на органических нанопленках, и возникающие в пленке токи собирают как раз с помощью фуллеренов.

Логика искусственных атомов

Еще один культовый персонаж наносцены — квантовая точка, наноразмерный кристалл полупроводника. Физика таких кристаллов во многом схожа с физикой отдельного атома, поэтому их часто называют искусственными атомами.

Квантовые точки — очень удобный источник света, причем цвет его зависит от размера: чем точка больше, тем ее свет краснее, чем меньше — тем он голубее. Существуют и белые квантовые точки, их массивы в сочетании с обычными светодиодами дают при малых затратах энергии свет, близкий по восприятию к натуральному, солнечному. Разноцветные же квантовые точки инженеры очень хотели бы использовать в дисплеях с высоким качеством цветопередачи и большой яркости — такие дисплеи могли бы просто печататься на полимерных пленках. Первые экспериментальные образцы появились два года назад, компании-разработчики проходят все новые раунды инвестиций, однако на рынок устройства пока не вышли.

На основе квантовых точек создается целый спектр медицинских приложений. Эти кристаллики крайне удобны в качестве маркеров. Их планируют использовать для точной визуализации опухолей. Например, квантовая точка связывается с биологической частицей, настроенной на какие-нибудь нехорошие клетки, и та находит такую клетку в организме. После этого квантовая точка начинает подавать сигналы, причем не только светом, но иногда и звуком. Отметим, что визуализация опухоли может быть жизненно важной: во время операций она помогает хирургу удалить только то, что необходимо. Квантовые точки начинают использовать и для более тонких исследований: ими можно пометить индивидуальные клетки и даже отдельные биомолекулы, а потом следить что с ними происходит. Сейчас главная сложность применения квантовых точек в медицине — подобрать нетоксичный материал для их изготовления.

Квантовые точки считаются перспективным материалом для солнечных батарей. Они могут работать как одноэлектронные транзисторы в логических схемах, используя единичные электроны как носитель информации. Но это пока задача на послезавтра.

От нанокапсул к наномышцам

Медицинское применение нанотеха, безусловно, находится среди важнейших и обещающих самый быстрый успех. Одно из главных направлений работы — нанокапсулы для адресной доставки лекарств. Они движутся прямо к пораженным клеткам и воздействуют нужным веществом только на них, не повреждая здоровые. Эта идея была сформулирована еще в 20-е годы прошлого века под названием «золотая пуля» — но только наноматериалы позволили приблизиться к ее реализации, и лекарства такого типа уже начинают применять, в том числе для лечения некоторых форм рака.

Одна из конструкций такова: противоопухолевый антибиотик или препарат для химиотерапии помещается в липосому — шарик из биоматериала размером не более 200 нанометров (иначе не получится взаимодействия с клеткой). Этот шарик, как волосами, окутан цепочками полимеров, к которым присоединены антитела, определяющие «адрес доставки», то есть способность связываться с заданным антигеном на поверхности раковой клетки. Если сделать липосому еще и чувствительной к повышению температуры, то лекарственный препарат будет высвобождаться по команде извне — только при нагревании.

Наночастицы помогают решить и другие проблемы с доставкой лекарств в организм. Так, человеческий мозг имеет сильную природную защиту от проникновения ненужных веществ по кровеносным сосудам — и блокирует лекарства от тяжелых болезней самого мозга. Чтобы ввести эти лекарства, необходима серьезная операция. Сейчас испытывается безоперационный способ доставки таких лекарств с помощью наночастиц. К белку, который свободно преодолевает мозговой барьер, «пристегивается» наночастица для диагностики и лечения.

Диагностика — еще одно важнейшее направление в наномедицине. Работа над знаменитым проектом «Геном человека» заняла много лет, но врачам нужно иметь карту генов не человека вообще, а данного пациента. Сейчас процесс расшифровки генома не затягивается на годы, но все равно очень длителен и дорог. Его радикальное ускорение и, главное, удешевление — одна из самых масштабных задач современной медицины, и в ней себя уже очень хорошо показали нанопористые материалы. Наноматериалы крайне ценны для протезирования. В следующем году начинается выпуск наноцемента для костей — он будет заполнять повреждения, создавая основу для нарастания здоровой ткани. В более отдаленной перспективе в медицину придут наноматериалы для искусственных хрящей (пока это лабораторные разработки), а позже, возможно, и мышц.

Краткая история будущего

Все перечисленное — либо уже в практике, либо готовится, тестируется, настраивается. Одни идеи сработают, другие нет, одни инноваторы встроятся в экосистему рынка, другие сойдут со сцены — но проекты, о которых мы говорили, фантастикой сегодня уже никто не назовет. Однако мы говорили лишь о винтиках, гайках, кирпичах нанотеха. Самое же интересное и интригующее — какими будут системы, построенные из этих деталей. Здесь тоже есть идеи, которые привлекают все большее внимание серьезных разработчиков-практиков.

Одна из них — самоорганизующиеся сети автономных нанодатчиков и других наноустройств. Как только нанодатчики удастся сделать достаточно интеллектуальными, вполне могут появиться сети непрерывного наблюдения, которые самостоятельно замечают и отслеживают всевозможные неприятности — от землетрясений и пожаров до порчи продуктов на полках магазинов. Легко вообразить и не столь гуманное применение таких сетей — в военных и разведывательных целях. Скорее всего, аппаратная база не заставит себя долго ждать — во всяком случае, радиоприемник на одной нанотрубке уже существует.

Еще одна футуристическая идея, родившаяся одновременно с идеей самих нанотехнологий,— это, конечно, массовая нанофабрикация. Энтузиазм по этой части велик, но маломальски реалистичных проектов сборки из элементарных наноблоков чего-нибудь большого и серьезного пока не видно. Однако уже очень успешно идут эксперименты по сборке нанопроводов с помощью молекул ДНК. Уже издаются серьезные научные журналы по нанофабрикации, где можно прочитать о матрицах микромеханических устройств на полупроводниковой подложке, согласованно собирающих из нанотрубок простейшие наноконструкции.

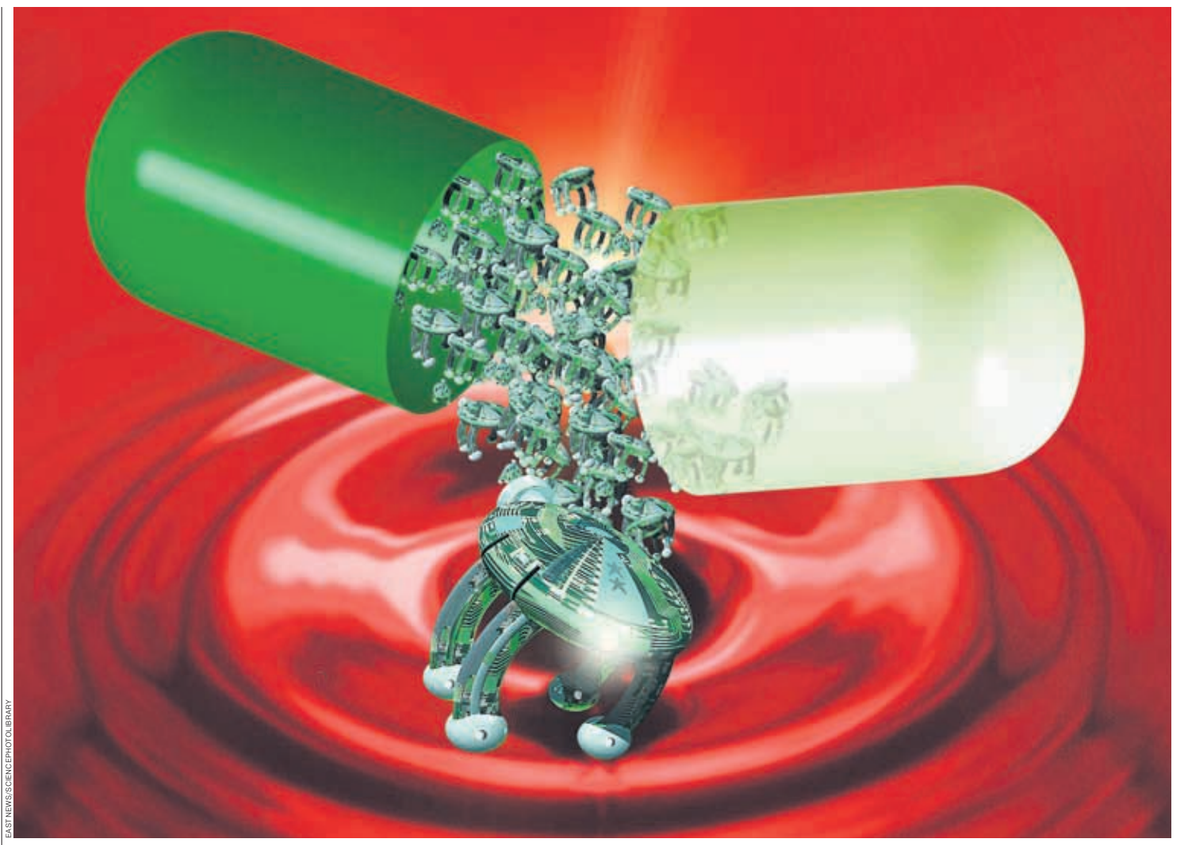
Уже придуман не один десяток сценариев дальнейшего развития нанотехнологий и их преобразующего воздействия на технику, природу и общество. Но предугадать путь развития в истории не удавалось никогда, вряд ли это удастся сделать и сейчас. Несомненно одно: далеко не всегда новые наноидеи и наноразработки нацелены на получение прямой пользы и решение практических задач. Интерес к нанотехнологиям сейчас настолько велик, что именно он часто стимулирует неожиданные повороты в их развитии. Многое в лабораториях и мастерских делается просто для того, чтобы испытать какое-нибудь эффектное нано. Между прочим, в конце своей знаменитой лекции Фейнман сказал, что главным мотивом для ученых в любом случае будет интерес как таковой,— он оказался прав и в этом.

Леонид Левкович-Маслюк (автор — сотрудник «Роснано»)

review RUSNANOTECH 08

Нанотехнологии. Первая кровь

Самым прибыльным в мире объектом венчурного инвестирования в области нанотехнологий являются медицинские проекты. В России же венчурные инвесторы пока более успешны в других областях. Впрочем, несколько интересных наномедицинских разработок, к примеру связанных с целевой доставкой лекарственных веществ в пораженные болезнью органы, в стране уже имеется.



EAST NEWS/SCIENCE PHOTO LIBRARY

Адресная доставка действующего вещества непосредственно в очаг болезни многократно увеличит эффективность лекарства

Плазменный фильтр

Директор по инфраструктурным программам в биомедицине госкорпорации «Роснано» Татьяна Николенко приводит мировые данные исследовательской компании Lux Research Inc.: «Шесть из 14 нанотехнологических компаний, вышедших к 2007 году на IPO, относятся к сектору здравоохранения. Венчурные инвестиции в эти компании дают в среднем 14-кратный возврат, в то время как в следующем за здравоохранением секторе электроники и IT возврат только пятикратный. Из $702 млн венчурных инвестиций 2007 года лишь 27% приходится на сектор здравоохранения, при этом на долю компаний данного сектора приходится 77% средств, возвращенных инвесторам». В России венчурное инвестирование недостаточно развито, кроме того, поскольку за рубеж уехало много талантливых молекулярных биологов и генетиков, в стране пока немного проектов подобного рода. Один проект в области наномедицины уже получил одобрение «Роснано». Наблюдательный совет госкорпорации рекомендовал правлению утвердить инвестиционную сделку по финансированию проекта «Разработка, проектирование и строительство высокотехнологичного научно-производственного комплекса „Бета“ по производству медицинской техники». Проект «Бета» предусматривает создание производства медтехники для каскадной нанофильтрации плазмы крови и ее очистки от вредных веществ и вирусов. Разработчики «Беты» предполагают с помощью плазмафереза проводить лечение таких заболеваний, как атеросклероз, ишемическая болезнь сердца, стенокардия, сердечная недостаточность, острые отравления. Преимущество новой технологии перед традиционным плазмаферезом в том, что фильтрация проводится на плоских трековых мембранах каскадным методом, что позволяет, удаляя вирусы и вредные белки, сохранить компоненты крови. Новая технология намного дешевле используемой сейчас технологии волоконной фильтрации. «Роснано» намерена внести в уставный капитал компании—разработчика проекта «Трекпор Технолоджи» 1,29 млрд руб. и получить за это долю 47,92%. Работу по «Бете» будет вести дочерняя компания «Трекпор Технолоджи» — «Нано каскад», которая зарегистрирована в Дубнинской особой экономической зоне. Производственный комплекс проекта предполагается запустить в 2009–2011 годах, а через четыре с половиной года после начала инвестиций «Трекпор Технолоджи» планирует выйти на плановый объем выпуска продукции и доходность не менее 35% годовых. «Роснано» рассчитывает через год после выхода «Беты» на проектную мощность выйти из капитала «Трекпор», продав свою долю другому инвестору.

Экспресс-доставка

Еще несколько проектов связано с использованием платформенных технологий в разработке лекарственных средств, которым в России занимается ЦВТ «ХимРар» (в мире в этом направлении ведут исследования около 200 компаний). Генеральный директор ЗАО «Исследовательский институт химического разнообразия» (входит в ЦВТ «ХимРар») Дмитрий Кравченко объясняет, что платформенные технологии — это способы получения готовой лекарственной формы, в которой используется какой-либо универсальный способ модификации действующего вещества или самой формы. «Пожалуй, самыми распространенными платформенными технологиями являются микрокапсулирование, а также технологии получения матричных, многослойных, оболочечных таблеток и капсул. В ИИХР мы разработали и сейчас патентуем платформенную технологию создания наноразмерных комплексов действующих веществ с биосовместимыми и биодеградируемыми синтетическими и природными полимерами. Наноформулировка может приводить к увеличению активности препарата в два-четыре раза, а также к появлению более выраженных терапевтических свойств. Применение разработанной технологии незаменимо, к примеру, когда нужно использовать труднорастворимые лекарственные средства, снизить побочные эффекты и улучшить терапевтические показатели»,— говорит господин Кравченко.

«ХимРар» провел доклинические исследования новых лекарств, вернее, лекарств в новых наноупаковках (например, таксол или нурофен пролонгированного действия). По поводу проектов, которые предусматривают клинические исследования этих препаратов, ведутся переговоры с «Роснано».

Платформенные технологии контролируемого высвобождения лекарств актуальны для направленной доставки высокотоксичных противоопухолевых лекарственных веществ. Традиционные онкологические препараты равномерно распределяются по всему организму: попадают в очаги болезни и в здоровые органы. Проблему можно решить при помощи направленной доставки лекарственного вещества вместе с биодеградируемым полимером. Тогда лекарство высвобождается не моментально, а по мере деградации полимера. Но есть еще более продвинутые методы целевой доставки лекарства при помощи наночастиц генетического материала, ДНК или РНК. Частицы размером около 200 нанометров или немного меньше могут выйти из кровотока только в местах воспаления — там, где у капилляров расширены поры.

Во время путешествия по кровотоку наночастицы могут обрастать белками плазмы крови, их поглощают иммунные стражи — макрофаги. Для продления срока пребывания наночастиц в организме к ним прикрепляют полимерные цепочки. Еще один вариант — прикрепление к наночастице антител опухолевых клеток, которые знают дорогу к мишени, и антибиотика, который уничтожит злокачественное образование.

Проект в области создания систем направленной доставки лекарств при помощи нанолипосом разрабатывает кафедра биотехнологии Московского института тонких химических технологий. Ученые конструируют липосомный противораковый препарат, в котором термочувствительные липосомы завернуты в полимер и снабжены антителами, определяющими «адрес доставки». Сейчас группа профессора Александра Каплуна совместно с Онкологическим центром и Институтом биоорганической химии РАН выходит на биологические испытания нанолекарства.

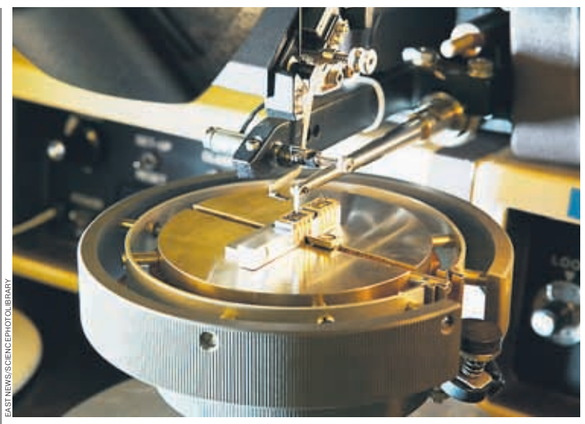
Также «Роснано» интересуют разработки в направлении программируемого высвобождения активной молекулы лекарственного вещества с помощью молекул-дендримеров (их структура похожа на разветвленное дерево), которые тоже можно использовать в качестве транспортировщиков лекарственного вещества. Или создание аэрозольных вакцин на нанолипидных платформах. Разработкой таких вакцин серьезно заинтересовались в США, так как они продемонстрировали ряд несомненных преимуществ по сравнению с инъекционными вакцинами. Фарминдустрия сейчас остро ощущает влияние мирового кризиса: инвесторам становится все труднее выполнять свои финансовые обязательства. Это приводит к тому, что в «Роснано» обращается новая категория заявителей — крупные западные фармацевтические компании, которые уже провели доклинические исследования и хотят получить инвестирование для дорогостоящих клинических исследований. Татьяна Николенко считает, что такие предложения интересны госкорпорации, если в рамках выполнения проектов будут созданы новые производства и сотрудничество с отечественными фармпроизводителями будет основано, к примеру, на кросслицензировании.

По словам Татьяны Николенко, в ближайшее время на рынке можно ожидать появления онко- и противовирусных препаратов с целенаправленной доставкой — эти лекарства показали свою эффективность в испытаниях на животных. «Корпорация активно участвует в отборе и развитии таких проектов в России. Важно создать среду, инфраструктуру, в которой людям было бы интересно и выгодно развивать проекты даже в отсутствие прямых инвестиций со стороны „Роснано“. И созданием такой инфраструктуры мы тоже активно занимаемся».

Александр Кимонович

Метаматериалы и наномиражи

«Метаматериал» — едва ли не самое «горячее» слово в нанотехнологиях последнего пятилетия. Те, кто следит за прогрессом, наверняка восхищались недавними демонстрациями эффекта невидимости в нескольких американских университетах. Небольшие предметы с экраном из особым образом сконструированных веществ оказывались прозрачными для разных видов излучения в радио- или оптическом диапазоне. Ближайшая задача метаматериалов — объединить электронные и оптические методы обработки информации.



EAST NEWS/SCIENCE PHOTO LIBRARY

Метаматериалы произведут в информационных технологиях революцию, сопоставимую с появлением персонального компьютера

Строго говоря, термин «метаматериал» означает всего лишь искусственно созданное вещество. В нанотехнологиях им чаще всего обозначают искусственное вещество, приобретающее необычные оптические свойства благодаря внесению в него массива наноразмерных металлических частиц.

Если бы у воды были такие оптические свойства, как у «метаплаща-невидимки», нам бы казалось, что опущенный в нее палец торчит вверх, а изображение рыбы у дна озера парило бы над поверхностью. Необычную оптику обеспечивают геометрия частиц и характер их расположения. В опытах с невидимостью металлические наноэлементы в виде разомкнутых колец или цилиндриков образуют равномерную матрицу, причем и сами элементы, и расстояние между ними во много раз меньше длины волны света или радиосигнала. «Когда сигнал проходит сквозь такую матрицу, в ней возникают своего рода миражи, только на нанометровых масштабах,— объясняет профессор Андрей Сарычев из Института теоретической и прикладной электродинамики РАН (ИТПЭ).— В результате сигнал огибает препятствие — и создается иллюзия невидимости». Профессор Сарычев — один из самых известных в мире специалистов по метаматериалам. Более десяти лет он проработал в США, где и получил свои результаты по физике этих сред, уже ставшие классическими.

Еще в 1967 году советский физик Виктор Веселаго (сейчас профессор московского Физтеха) теоретически исследовал эту парадоксальную оптику. Тогда это казалось абстрактной игрой ума, так как в природе вещества с такими оптическими параметрами не встречаются. Сегодня же нанотехнологи всего мира энергично работают над реализацией метаматериалов, которые позволили бы создать так называемую суперлинзу, математически описанную Веселаго почти 40 лет назад.

Суперлинзы могут иметь огромную сферу применения — в частности, с их помощью можно будет исследовать вирусы и молекулы белков под обычным световым микроскопом. Сейчас разрешение оптического микроскопа ограничено длиной волн видимого света (сотнями нанометров), и ни один из существующих материалов даже теоретически не способен преодолеть это фундаментальное ограничение. Метаматериалы такого же типа, но настроенные на радиодиапазон позволят уменьшить размеры антенн радаров и мобильных телефонов. Кроме очевидного применения в военных и разведывательных целях такие радары могут быть использованы и в системах автоматической навигации автомобилей.

Андрей Сарычев, впрочем, считает самым важным применение метаматериалов при создании устройств оптической обработки информации. Это направление теснейшим образом связано с плазмоникой — модной и перспективной областью применения нанотехнологий.

Плазмонное излучение называют еще двумерным, одномерным и нульмерным светом. Оно представляет собой комбинацию электромагнитных колебаний и колебаний электронов в металле. Такое излучение конвертируется в свет с той же длиной волны и само может генерироваться с помощью обычного света, обеспечивая интерфейс между электронной и оптической обработкой информации. Метаматериалы, структурированные массивом наночастиц, используются в плазмонных устройствах различного назначения, потому что в металлических наночастицах как раз и возбуждаются плазмонные колебания.

Один из интересных, по мнению Сарычева, проектов в области наноплазмоники реализуется сейчас совместно специалистами физфака МГУ, ИТПЭ и Канадского фотонного центра в Оттаве. Речь идет о создании принципиально нового источника света — плазмонного лазера. Такой лазер представляет собой комбинацию квантовых точек и плазмонного резонатора. Его размеры составляют лишь несколько нанометров, что в десятки раз меньше полевых транзисторов, которые можно создать на кремниевой пластине. Матрица из таких элементов может стать основой оптических компьютеров, превосходящих существующие по быстродействию, экономичности и компактности.

Эти разработки пока находятся на поисковой стадии. Но есть и примеры устройств на метаматериалах, доведенных до промышленного уровня.

Металлические пленки и подложки с массивом нанометровых частиц используются для создания химических и биологических сенсоров. Чувствительность таких сенсоров повышается в миллионы и миллиарды раз за счет правильно выбранной наноструктуры металлических подложек. Это явление было открыто в 70-х годах прошлого века, оно носит название «гигантское усиление комбинационного рассеяния». Однако только сейчас становится понятной зависимость усиления сигнала от структуры подложки, что дает возможность оптимально выбирать эту структуру. Такие наноподложки производят уже многие компании, например Archilys Engineering (Япония), Mesaphotoniks Ltd (Англия), Nanospectra Biosciences (США), Inproteo (США).

Периодические металлические наноструктуры, взаимодействующие с пучками электронов, позволяют конструировать сверхчувствительные инфракрасные датчики, перенастраиваемые на любую часть ИК-диапазона. Разрабатывает такие датчики компания Applied Plasmonics (США).

Калифорнийским университетом, университетом Беркли и Аэрокосмической корпорацией в кооперации с фирмой Hitachi завершаются работы по созданию наноконденсора электромагнитного поля. Наноконденсор позволяет сконцентрировать поле в зоне размером в несколько нанометров и использовать этот эффект для сверхплотной магнитной записи. Все основные работы уже завершены, и в средине 2009 года устройство для сверхплотной записи информации должно поступить в продажу (если не помешает кризис).

Вероятно, это лишь первые шаги в освоении потенциала метаматериалов, но интересно, что идеи, возникшие при их исследовании, уже вышли далеко за пределы нанотехнологий. Например, развивается ряд проектов по защите зданий от шума с помощью структурированных экранов, делающих их «невидимыми» для звука. Есть даже проекты использования подобных структур для защиты домов от землетрясений.

Леонид Левкович-Маслюк
(автор — сотрудник «Роснано»)

Взгляд со всех сторон

Экспертиза инвестиционных проектов в «Роснано»

Оценка перспективности проекта при принятии решения о его финансировании — сложное и рискованное дело. Если проект высокотехнологический, риск многократно увеличивается. Избежать его нельзя, но уменьшить в условиях нормального рынка можно, причем единственным способом: пригласить специалистов, которые внимательно изучат научно-техническую и экономическую перспективу и дадут заключение, стоит ли рисковать, велика ли вероятность успеха. Это и есть экспертиза инвестиционных проектов, и ее грамотное осуществление само по себе является весьма сложным проектом.

Естественный отбор

Руководитель направления экспертизы, член правления «Роснано» профессор Сергей Калюжный убежден: «Мы должны не пропустить ни одного некачественного проекта, но и не упустить перспективную, но неправильно оформленную заявку».

Хорошая экспертиза — вещь не просто дорогая. Ее качество зависит от того, что очень трудно приобрести за деньги. Прежде всего от правильного выбора экспертов. Их работа должна хорошо оплачиваться, и нужна уверенность в том, что они настоящие эксперты, то есть признанные специалисты именно в той области науки и техники, к которой относится проект. Найти таких в сложнейшей нанотехнологической отрасли — серьезная проблема. Тем более в России, где ситуация с компетентными научно-техническими кадрами, мягко говоря, не лучшая.

Но после того как научная сторона проекта проанализирована, надо оценить еще и рыночную перспективу инновации. А значит, найти людей, понимающих специфику инновационного бизнеса, знающих отечественный и, главное, глобальный рынок инноваций.

Выстроить систему изучения проектов, способную решить эти проблемы (и еще многие, которые мы не назвали), непросто. В большинстве случаев для частного бизнеса, заинтересованного в конкурентных преимуществах, это слишком масштабная задача. Государство же ею просто не занималось. Именно в такой ситуации работало большинство фондов, в течение многих лет пытавшихся инвестировать в российские высокотехнологичные стартапы, основываясь либо на собственной интуиции, либо на кустарных оценках, без нужной квалификации. В результате инвестиции в миллионы долларов нередко получали компании, не имеющие ни рыночной, ни технологической перспективы, а довольно часто и авторы действительно безумных идей. Видя такое положение, очень немногие инвесторы решались ввязываться в авантюры с высокими технологиями, предпочитая менее наукоемкие проекты, например строительство коттеджных поселков.

Как это делается в «Роснано»

Прежде всего проект, предлагаемый для инвестирования, проходит так называемую входную экспертизу, где выясняется, грубо говоря, в нужную ли дверь вы постучали. Это простой технический процесс, который занимает не более пяти дней. После этого начинается содержательное изучение проекта, которое включает первичное рассмотрение и проведение пяти экспертиз — научно-технической, производственной, инвестиционной, патентной и юридической (напомним, что «Роснано» рассматривает инвестиционные проекты, ориентированные на коммерческий успех). Все они осуществляются независимыми экспертами, чью работу оплачивает «Роснано».

В течение двух недель управляющий директор корпорации, к которому попадает проект, должен выбрать и представить на правление один из трех вариантов ответа на заявку. Первый — отрицательное решение — нуждается в очень убедительной аргументации, и этот вопрос выносится на правление. Второй — проект может остаться у команды экспертов «Роснано» еще на месяц для дополнительного рассмотрения. Третий вариант ответа — принять заявку в работу. В этом случае утверждается план-график ее рассмотрения сроком не более 185 дней. Вначале проводится научно-техническая экспертиза, которую оплачивает корпорация.

Подчеркнем, что подбор (аккредитация) научных и технологических экспертов осуществляется по правилам, соответствующим мировой практике. Важнейший критерий при аккредитации — высокое качество публикаций кандидата в эксперты в научной периодике. Оно оценивается либо по общему количеству ссылок, либо по так называемому индексу Хирша, характеризующему интенсивность цитирования лучших работ ученого. Другой вариант получения аккредитации — нахождение в списке «Корпуса экспертов», выработанном сообществом специалистов по ряду разделов физики на основе массовых опросов высокоцитируемых ученых (сайт сообщества — scientific.ru). Отметим, что среди аккредитованных экспертов есть и российские ученые, постоянно работающие в зарубежных научных центрах.

Эксперты осуществляют оценку проекта независимо друг от друга и в режиме анонимности. Более того, они работают независимо и от специалистов корпорации, ведущих оценку деловой перспективности проекта. При единогласной положительной оценке проект переходит на стадию инвестиционной экспертизы. Если же мнения расходятся, решение выносится после очного обсуждения, на которое приглашаются эксперты и авторы проекта.

При благоприятном решении научно-технической экспертизы наступают следующие этапы. Производственную, инвестиционную, патентную и юридическую экспертизы организует управляющий директор, который ведет проект. Инвестиционная экспертиза заказывается у ведущих инвесткомпаний и банков. И это тоже дорогого стоит, поскольку является одним из ключевых моментов обеспечения привлекательности для инвестора.

«С экспертами общается отдельный сотрудник,— поясняет руководитель направления планирования и контроллинга инвестиций „Роснано“ Алексей Тягун.— Управляющий директор не знает эксперта лично, и эксперты не знают об участии друг друга. Мы полагаем, этого достаточно, чтобы считать эксперта независимым. Если результат экспертизы не устраивает заявителя или управляющего директора, они вправе назначить повторное, очное рассмотрение». После того как проект полностью «упакован» и нашел своего инвестора, он может быть вынесен на рассмотрение наблюдательного совета «Роснано».

Детали процесса экспертизы, как и всей процедуры рассмотрения заявки на финансирование проекта, можно узнать из документов на сайте «Роснано».

Леонид Левкович-Маслюк
(автор — сотрудник «Роснано»)

review RUSNANOTECH 08

Энергетическая реформа на молекулярном уровне

Развитые страны уделяют огромное внимание освоению возобновляемых источников энергии. Так, энергетическая стратегия Евросоюза предусматривает получение не менее 20% энергии из возобновляемых источников к 2020 году. В связи с этим особые надежды возлагают на нанотехнологические разработки. В России тоже реализуется ряд крупных проектов в этой сфере.

Источники света, в которых использованы наноматериалы, позволят в разы сократить расходы на освещение городских улиц

ФОТО WWW.W1.SIEMENS.COM

Вне закона Ома

Применение нанотеха в энергетике весьма разнообразно и иногда неожиданно. Например, всем известно, что высокотемпературные сверхпроводники — дорогой и пока довольно экзотический продукт. Тем не менее стоимость электроэнергии достигла такого уровня, что использование этих материалов становится экономически оправданным. Наноструктурированные сверхпроводящие ленты (они имеют пропускную способность для электрического тока в 10 раз выше, чем аналогичный медный провод) для использования в мощных магнитах и энергоустановках уже выпускаются в Германии и других странах.

Прямое отношение к энергосбережению имеют и новые нанопористые материалы — кристаллические алюмосиликаты, повышающие эффективность отопительных приборов и одновременно поглощающие выделяемый при сгорании топлива в автономных отопителях углекислый газ. Устройства, использующие этот материал, уже производятся в Европе.

Продолжать ряд подобных примеров можно еще долго: наноматериалы и наноструктуры уже прочно обосновались в многочисленных отраслях, связанных с энергетикой. В среднесрочной же перспективе важнейшие применения нано в этой сфере будут связаны с водородными элементами, солнечными источниками электричества, материалами для новых и традиционных энергоустановок.

Больше солнца, больше света

Ричард Смолли, один из отцов нанотехнологий, полагал, что энергетическая проблема — самая важная из тех, с которыми сегодня сталкивается человечество. Относя к ней как низкое энергосбережение, так и недостаточное производство энергии, Смолли надеялся, что в обеих этих областях нанотехнологии способны произвести революцию.

По данным исследовательской компании Lux Research, объем рынка солнечных энергетических устройств в 2008 году превысит $33 млрд, а уже в 2013 году он утроится, достигнув $100 млрд. Производители этой техники мечтают снизить ее стоимость до $1 за ватт мощности. В этом случае солнечная энергия сможет составить конкуренцию энергии, произведенной за счет сжигания угля и нефтепродуктов. Пока к этому рубежу не приблизилась ни одна из используемых в солнечной энергетике технологий.

Доля этого рынка, принадлежащая устройствам на тонких (в несколько сот нанометров) неорганических пленках, составляет более 20%. В абсолютных цифрах это $7,13 млрд, а прогноз на 2013 год дает $25,8 млрд — это означает даже более быстрый рост, чем у рынка в целом. В свою очередь, среди тонкопленочных технологий сегодня наиболее перспективным в коммерческом отношении считается применение аморфного кремния. Эффективность таких элементов не очень высока (7–8% для промышленных установок), но зато они довольно дешевы. Мировое производство тонкопленочных солнечных модулей на основе аморфного кремния в период с 1999 по 2006 год росло ежегодно в среднем на 80%.

Масштабный выпуск таких солнечных элементов и модулей готовится развить российское научно-производственное предприятие «Квант». В частности, планируется построить казахстанско-российский завод с суммарной энергопроизводительностью продукции до 50 мегаватт в год. НПП «Квант», выросшее из основанной в 1919 году мастерской, с 1950-х годов занимается автономными источниками энергии для ракетной и космической техники. На третьем искусственном спутнике Земли, запущенном в 1958 году, уже работала солнечная энергоустановка, созданная специалистами этого предприятия. В дальнейшем оно обеспечивало солнечной энергией самые амбициозные и успешные космические программы в нашей стране.

«Квант» производит и солнечные энергоустановки на кристаллическом кремнии для наземного использования. Среди инновационных проектов предприятия — не только элементы и модули на тонкопленочном аморфном кремнии, но и значительно более эффективные элементы на многослойных гетероструктурах, представляющих собой нечто вроде сложного бутерброда из пленок толщиной в несколько нанометров. В настоящее время обсуждается возможное участие корпорации «Роснано» в финансировании этих проектов.

Свет в конце диода

Еще одно связанное с энергетикой направление нанотеха, где разработки в России ведутся давно,— нанотехнологические светодиоды.

По словам профессора МГУ, доктора физико-математических наук Александра Юновича, сейчас 20% всей энергии в мире тратится на освещение. Около половины этой энергии можно будет сэкономить, если получат достаточное распространение новые источники света — полупроводниковые светодиоды, созданные с использованием нанотехнологий. В США уже существует законопроект о постепенном переходе на светодиодные источники света. По некоторым оценкам, экономия, полученная благодаря этому переходу, может составить $100 млрд. Серийно выпускаемые светодиоды уже сейчас в несколько раз экономичнее обычных ламп накаливания (у экспериментальных прототипов это показатель достигает десяти раз). При этом, как полагает господин Юнович, светильники на основе светодиодов могут предоставлять уникальные удобства, например легко переключаться с утреннего типа освещения в комнате на вечерний.

Основу для создания подобных источников света заложили российские ученые Олег Лосев и Жорес Алферов, Ник Холоньяк из США и японский исследователь Суджи Накамура. Сейчас исследователи во многих странах занимаются повышением эффективности светодиодов белого свечения, предназначенных для бытовых светильников. На Западе уже существует рад компаний, успешно коммерциализирующих такие разработки. Развитие светодиодного направления вполне оправданно экономически: вложения начинают окупаться через 2–4 года.

В России подобные компании тоже существуют, среди них «Корвет Лайтс», ACOL-Technologies, «Оптэл», «Светлана-Оптоэлектроника». Однако они пока что отстают от своих зарубежных коллег по масштабу исследований и практического применения своих технологий. Среди причин обычно называют недостаток финансирования, кадровую проблему, отсутствие централизованной поддержки на государственном уровне. «В России есть все необходимое для создания широкомасштабной программы развития светодиодного освещения. Но без направляющей организационной деятельности и целевого финансирования со стороны государства это неосуществимо. Создание такой программы госфинансирования привлечет в отрасль и инвестиции частного капитала. В результате будут обеспечены развитие светодиодного освещения и большая экономия электроэнергии в нашей стране»,— полагает профессор Юнович. По его расчетам, если к 2012 году половина ламп накаливания в России будет заменена светодиодами, уменьшение потребления энергии даст экономию более 10 млрд руб. в год. Эта приблизительная оценка не учитывает того, что, хотя нынешняя стоимость электроэнергии в России меньше, чем в Европе (приблизительно в 4 раза), она обязательно будет повышаться с течением времени.

Энергия отходов

В России есть достойные разработки в области новой энергетики, где нанотехнологии активно используются уже сегодня, например переработка энергонасыщенных отходов. «Мы сейчас делаем проект, который связан с созданием энергопрофицитных установок, работающих целиком на непищевой биомассе. Это может быть солома, мусор, древесина. Нанотехнологии здесь очень эффективны»,— рассказывает Лев Трусов, генеральный директор ассоциации «Аспект». В частности, нанотехнологии применяются при выработке энергии на основе биомассы, из которой получается биогаз — смесь метана и углекислого газа. С помощью так называемых нанопористых структур эту смесь можно разделить, и каждая из составляющих принесет свою пользу. «Метан можно направить в турбину и получить энергию, а углекислый газ направить в теплицу, чтобы растения лучше росли. Мы сейчас строим первый такой комплекс в Калужской области, причем при личной поддержке губернатора Артамонова»,— рассказывает Лев Трусов. Такие установки в перспективе могут решить одну из основных российских проблем — недостаточности местных источников энергии. В России газифицировано только 12% домов в сельской местности. Энергетические установки, работающие на биомассе, могут устранить необходимость проведения газопроводов в отдаленные, разбросанные по огромной стране деревни и села.

Другая проблема, решаемая сейчас с помощью наноматериалов,— энергосбережение в области нефтедобычи. «Об этой проблеме в послании Федеральному собранию писал еще занимавший тогда пост президента Владимир Путин. Она состоит в том, что мы просто сжигаем 20 млрд кубометров попутного газа, и так из года в год. Применение наномембранных, нанокаталитических материалов позволило создать серьезную промышленную установку на одном из предприятий СИБУРа и на практике доказать, что эта проблема решаема: попутный газ можно не сжигать, а перерабатывать в ценные товарные продукты — бензол, толуол и другие материалы, которые востребованы на рынке»,— рассказывает Лев Трусов.

Единичный опыт получит развитие — использование нанотехнологических установок СИБУР включил в стратегию компании. Нанотехнологии помогают решать энергетические проблемы даже на индивидуальном уровне. «Мы разработали портативное зарядное устройство — „розетку“, которую можно просто носить в дамской сумочке и при необходимости подзаряжать мобильные устройства. Это стало возможным благодаря так называемым градиентным нанопористым материалам»,— рассказывает Лев Трусов.

Татьяна Комарова

«Кризис — время неплохое»

Директор отдела управления фондами венчурных инвестиций Troika Capital Partners АРТЕМ ЮХИН описывает положение дел в сфере финансирования новых предприятий и видов деятельности, традиционно считающихся высокорискованными.

— Как глобальный финансовый кризис повлияет на венчурные инвестиции в России?

— У венчурных компаний есть свои циклы: сначала фонд поднимают, потом инвестируют, а через 5–7 лет компании нужно продавать. Ситуация зависит от того, на каком из этапов кризис застал процесс. Те, кто уже поднял деньги и собрал фонд, — в прекрасном положении. Те же компании, которые уже почти весь фонд проинвестировали и планировали сейчас делать выход или поднятие новых денег, оказались в очень тяжелой ситуации. Продавать сейчас что-либо крайне невыгодно, а выход сделать необходимо.

Наша компания оказалась в числе первых, она недавно провела поднятие денег, и сейчас действуют три региональных фонда. В ближайшие два три года мы не планировали делать выходы.

— Имеет ли смысл во время кризиса вкладывать деньги в науку?

— Конечно, сейчас самое время подумать, во что инвестировать. У многих инвесторов сейчас денег все равно много, а вкладывать их в фондовый рынок или недвижимость опасно.

Для тех, у которых есть деньги, кризис — время неплохое. Сейчас существует много недооцененных компаний с хорошей технологией, сложившейся командой, некоторые из них уже были профинансированы на первом этапе. Но у них проблемы с ликвидностью. Инвесторы могут ставить более выгодные условия, входить в компанию дешевле.

Еще одной положительной стороной кризиса для инвесторов является возможность набирать команды высококлассных специалистов. Зарплаты были завышены, спрос был больше, чем предложение. Найти хороших специалистов, конкурируя с банками и крупными финансовыми компаниями, было непросто. Сейчас они соглашаются идти в маленькие компании.

— Почему в России не так много примеров высокотехнологичных проектов?

— Времени не хватает. Подобных проектов в России все-таки достаточно, особенно в области информационных технологий, потому что эта сфера требует меньших материальных затрат, чем, например, нанотехнологии. В области IT мы проходим через закономерные фазы: 15 лет назад начался период офшорного программирования, люди писали программы на заказ и высылали в центр. На втором этапе в России стало действовать много транснациональных компаний, появились специалисты мирового уровня. Теперь же они должны начать создавать свои проекты. Но для этого нужны время и интерпренерский опыт.

— Существует ли еще проблема утечки мозгов?

— Тот факт, что много наших соотечественников уехало за границу, наоборот, является возможностью, которую нельзя не использовать. Ученые космополитичны, им все равно, с какими странами вести совместный проект, главное — чтобы для этого были созданы условия. Многие из наших соотечественников сейчас либо возглавляют ведущие научные школы, либо занимают высокие посты в крупных компаниях. Им интересно было бы поделиться опытом. Если ученый владеет языком, в стране ему предлагают интересный проект, за который платят нормальные деньги,— почему бы ему не вести свою деятельность на родине?

Нужно создавать научную среду, постоянно устраивать конференции. Например, если бы в Черноголовке были специальные помещения для проведения форумов и хоть одна приличная гостиница, можно было бы приглашать туда ученых. Кроме того, должны создаваться лаборатории, чтобы ученым было где проводить исследования. Компании «Роснано» надо сконцентрировать усилия на создании именно такой инфраструктуры и культуры.

Интервью взяла Людмила Комарова

Футбольное поле размером с дюйм

Мировой рынок автомобильных катализаторов уникален: он создается не потребительским спросом, а регулирующими органами. С 2010 года новые автомобили в России должны соответствовать экологическому стандарту «Евро-4», а с 2012 года планируется переход на «Евро-5». Стремясь повысить характеристики каталитических нейтрализаторов — это полное имя автомобильного катализатора,— производители неизбежно приходят к использованию нанотехнологий.

Катализатор выхлопных газов автомобиля — самая известная область применения наноматериалов в деле охраны окружающей среды

ФОТО ИТАР-ТАСС

Рынок очищения

С уменьшением размеров частиц катализатора увеличивается их поверхность, на которой, собственно, и происходит катализ. Это снижает потребность в благородных металлах, которые традиционно используются в катализаторах, и открывает дорогу к использованию новых, более экономичных материалов.

Российский рынок каталитических нейтрализаторов зависит от продаж автомобилей и жесткости принимаемых норм. Через пять лет эксперты ожидают более чем двукратного роста рынка. В основном спрос будет расти за счет перехода иностранных автоконцернов, собирающих автомобили на территории России, на использование российских систем нейтрализации отработанных газов — переходить на автокомпоненты местного производства их обязывают соглашения, подписанные с Минэкономразвития.

На одном из крупнейших российских производителей автомобильных систем нейтрализации — Новоуральском заводе автомобильных катализаторов — еще несколько лет назад начали работу над производством нейтрализаторов и систем очистки газов с усовершенствованной структурой материалов для двигателей с высокими экологическими стандартами. За счет инноваций завод планирует к 2011 году занять не менее 35% российского рынка.

Сейчас завод реализует два новых проекта — по разработке систем нейтрализации для автомобилей с дизельным двигателем и по производству катализаторов с повышенной жаропрочностью для транспорта с двигателями стандарта «Евро-5». При производстве автокатализаторов используются наноструктурированные материалы.

Бутерброд с платиной

Созданный в 1994 году Новоуральский завод автомобильных катализаторов входит в состав крупнейшего в мире предприятия по обогащению урана — Уральского электрохимического комбината (УЭХК). Надо сказать, что в России высокотехнологичные производства часто появлялись именно в качестве конверсионных идей на предприятиях, располагавших оборудованием, позволяющим проводить научные исследования и выпускать продукцию двойного назначения. Еще в 1970-е годы прошлого века на УЭХК начали работать над созданием катализаторов для космической отрасли. В 1989 году на УЭХК были созданы лаборатория и опытный участок сборки нейтрализаторов — комбинат решил применить свой опыт в производстве систем нейтрализации для автотранспорта.

«За разработки такого рода шла очень сложная борьба, было много противников. Пришлось пробивать вопрос через Кремль, доказывая, что львиная доля загрязнения атмосферы приходится на автотранспорт. В итоге нам с самого начала поставили задачу обеспечивать потребности в системах нейтрализации всех заводов СССР»,— говорит директор завода автомобильных катализаторов Николай Данченко. В 1994 году был запущен завод автомобильных катализаторов, который выпускал продукцию по лицензии компании Engelhard. Одновременно на заводе автомобильных катализаторов в сотрудничестве с Институтом катализа СО РАН им. Г. К. Борескова и Центральным научно-исследовательским автомобильным и автомоторным институтом начали разрабатывать собственные технологии выпуска катализаторов и материалов для них. В 1998 году начали выпускать катализаторы для двигателей стандарта «Евро-2» и поставлять их практически всем российским автозаводам, в частности АвтоВАЗу, УАЗу, СП GM-АвтоВАЗ. К 2003 году завод освоил выпуск катализаторов стандарта «Евро-3».

Николай Данченко рассказывает, что уже несколько лет при производстве катализаторов используются наноструктурированные частицы оксидов алюминия, церия, титана, бария, циркония, лантана и частицы благородных металлов (платины, палладия, родия), обеспечивающие протекание окислительно-восстановительных реакций в широком диапазоне температур и состава газовой среды.

Зачем в производстве систем нейтрализации нужны именно наночастицы, Николай Данченко объясняет следующим образом. Так называемые нанесенные катализаторы — это блочные структуры, где на каждый квадратный дюйм приходится 400–600 каналов, по которым с большой скоростью вместе с воздухом выходят частицы топлива, сгоревшего в двигателе. Активная поверхность, на которой проходит процесс, в одном блоке равна поверхности футбольного поля — настолько должна быть развита пористая структура материала. Для этого удельная поверхность материала должна составлять 100–200 кв. м на грамм.

«Если сделать оксид алюминия обычным методом, мы можем получить гамма-фазу, которая при нагреве оксида алюминия до 950°С переходит в альфа-фазу,— говорит Николай Данченко,— в результате чего активный слой спекается и теряется его пористость. Поэтому мы используем при изготовлении материалов для автокатализаторов золь-гель-методы». Возможность при помощи золь-гель-технологий конструировать катализаторы не только позволяет уберечь частицы от спекания, но и делает себестоимость продукции ниже. «Если „футбольное поле“ намазать платиной, с одной стороны, это очень дорого, с другой — почти не будет работать,— комментирует Николай Данченко.— Только соединение компонентов активного слоя с драгметаллами в необходимых количествах дает синергетический эффект и резко повышает эффективность катализатора».

Для суровых зим

Завод автомобильных катализаторов уже научился производить катализаторы для бензиновых двигателей с токсичностью по стандартам «Евро-4». Для «Евро-5» нужны более совершенные конструкции нейтрализаторов — с высокой температурной устойчивостью. Дело в том, что для более высокой степени очистки выхлопных газов катализатор должен включаться в работу как можно раньше, поэтому в современных автомобилях его располагают очень близко к двигателю. Это значит, что на катализаторы попадают раскаленные газы, и они должны выдерживать высокую температуру. «Уже сейчас мы используем материалы, которые держат 1100°С. Базовые формулы те же, но сделаны по новым технологиям»,— говорит Николай Данченко. Один из новых инвестпроектов завода автомобильных катализаторов — производство новых катализаторов для двигателей по стандарту «Евро-5». Подробности проекта на заводе не раскрывают, ограничиваясь сообщением, что производство будет расположено не на площадке УЭХК, а в другом городе.

Второй крупный проект, который завод реализует совместно с Институтом катализа имени Борескова и рядом предприятий–производителей автокомпонентов Москвы и Санкт-Петербурга,— производство отечественных систем нейтрализаторов отработанных газов для автомобилей с дизельным двигателем по стандартам «Евро-4». Николай Данченко рассказывает, что в первую очередь такие системы будут сделаны для КамАЗа. Работы начались в феврале, а в декабре этого года на моторных стендах КамАЗа пройдет испытание новых систем нейтрализаторов.

Европейские разработчики автокатализаторов для дизелей, кстати, предложили систему для восстановления оксидов азота при помощи мочевины. Рядом с топливным баком в автомобиле должна стоять емкость с мочевиной. И, что совершенно не подходит для России с ее суровыми зимами, раствор замерзает при минус 11°С. «У нас совсем другие технологии»,— отмечает Николай Данченко, но в подробности не углубляется. По требованиям международных ГОСТов производители автокомпонентов должны представить раскладку всех изменений в составах катализаторов своим потребителям. А конкуренты не спят. Поэтому разработчики предпочитают заниматься инвестпроектами в условиях конфиденциальности. Взаимопонимание в «Роснано» в этом вопросе, по их словам, они уже нашли.

Александр Кимонович

СДЕЛАНО В ЯПОНИИ

Наноструктурированные каталитические нейтрализаторы — мейнстрим автомобильной промышленности. 19 ноября новый рекорд поставила Nissan: компания выпустила на японский рынок модель Cube с катализатором, в котором размер наночастиц благородных металлов уменьшен до одного нанометра. Это буквально несколько атомов. Наночастицы вкраплены в более крупные структуры размером 10 нанометров и более, которые, в свою очередь, разделены наностенками (чтобы не слипались) и закреплены на поверхности носителя. Благодаря этой технологии удалось в два раза сократить использование благородных металлов, а содержание окислов азота в выхлопных газах оказывается на 75% меньше, чем требуют японские экологические нормы. При этом стоимость изготовления нового катализатора тоже снизилась, поскольку снизилось содержание благородных металлов, сообщил корреспонденту „Ъ“ представитель японского офиса Nissan Мицуру Йонекава. Компания, по его словам, активно использует нанотехнологии, и не только в катализаторах. Однако в рекламных материалах писать это слово не спешит. «Мы хотим избежать возможного непонимания покупателями термина „нанотехнологии“, поэтому сознательно его не используем»,— объяснил господин Йонекава.

review RUSNANOTECH 08

Подтвержденный размер

В мае 2008 года начала работу первая в России система сертификации продукции наноиндустрии «Наносертифика». Одной из задач одноименного центра является применение стандартов в области нанотехнологий, которые позволят четко отделить нанопродукцию от подделок и обеспечить качество и безопасность создаваемых продуктов с новыми свойствами.

Мировые стандарты

Последние несколько лет большинство экспертов говорят о том, что в области нанотехнологий необходима мировая стандартизация, подобная всем известной метрической системе. Отсутствие общепринятой терминологии, способов измерения и определений наноматериалов, технологий их производства препятствует развитию отрасли. Еще хуже, если стандарты разнятся.

Под стандартом традиционно понимается некий образец, принимаемый за исходный при сопоставлении с другими предметами. В науке и технике стандарты представляют собой нормативные документы, в которых зафиксированы ключевые параметры объекта: его описание, способы функционирования и применения, предъявляемые к нему требования и пр. На каждый рыночный продукт в мире существует целый список различных стандартов (номенклатур), которые позволяют облегчить кооперацию между производителями и потребителями разных стран, выявить подделку или оценить качество продукта.

На данный момент в мире практически не существует нормативных документов в области нанотехнологий. Нет международных протоколов испытаний на токсичность наночастиц и стандартных протоколов для оценки их воздействия на окружающую среду, нет стандартных процедур измерения нанопродуктов и устойчивых критериев их ранжирования.

Международной организацией по стандартизации (ISO) пока принято только два документа для стандартизации нанотехнологий. Первый описывает терминологический ряд, связанный с использованием слова «нано». Второй касается стандартов экологической безопасности. Еще порядка 30 документов на сегодняшний день находится в стадии разработки. Помимо международных стандартов существуют еще и национальные. Сегодня первенство в этом вопросе принадлежит Великобритании и Китаю, которые еще в 2003–2004 годах создали ряд собственных стандартов. Сегодня британцы являются признанными мировыми лидерами в разработке наностандартов: представители Соединенного Королевства возглавляют технические комитеты по нанотехнологиям Международной организации и Европейского комитета по стандартизации (ISO/TC 229 Nanotechnologies и CEN/TC 352 Nanotechnologies). Так, в январе этого года на сайте Британского института стандартов (BSI) были вывешены шесть нормативных и еще три сопроводительных документа в области стандартизации наноматериалов и нанотехнологий. С их содержанием может ознакомиться любой желающий, стоимость просмотра — £40.

Сегодня необходимость стандартизации в области нанотехнологий — это одна из важнейших проблем, поскольку развитие нанотехнологической отрасли уже вплотную подошло к тому этапу, когда возникает потребность в массовом производстве продукции. А без стандартов невозможно провести ее коммерциализацию и продвижение на рынке, создать спрос и предложение, урегулировать законодательную базу.

Первым и наиболее важным шагом в этом направлении является разработка содержательной общепринятой номенклатуры (списка стандартов) и четкой, понятной терминологии. Например, термин «углеродные наночастицы» часто используется для описания самых разнообразных наноматериалов, таких как фуллерены, одно-, двух- или многослойные нанотрубки. Вслед за терминологией необходимо разработать спецификации и провести испытания, для того чтобы создать стандартную шкалу изменения и характеристик нанообъектов, а также определить способы их воздействия на здоровье и безопасность людей.

С российским наноразмахом

В России национального стандарта в области нанотехнологий нет. Однако проблемой стандартизации нанопродуктов озаботилась государственная корпорация «Роснано», которая в мае 2008 года зарегистрировала центр сертификации нанопродуктов «Наносертифика», а в октябре этого же года официально объявила о его запуске.

По словам Виктора Иванова, возглавившего сертификационный центр, в «Роснано» уже разработаны корпоративные стандарты на основе проектных документов ISO и опубликованных нормативов BSI.

В частности, к таким стандартам отнесены ключевые критерии, используемые для описания нанопродукта,— это размерные параметры объекта (1–100 нм) и качественное изменение его свойств (химических, физических и пр.) в наноструктуре. В своде стандартов центра также учитывается маркетинговый потенциал нанообъекта, то есть востребованность такого продукта на рынке. «Новое качество нанопродукта может быть двух типов,— поясняет Виктор Иванов.— Объект может приобрести качественно новые свойства. Например, металлы, имеющие наноструктуру, обладают большей прочностью. Второе свойство — качественно новая себестоимость, более низкая. Правда, пока я таких продуктов не знаю. Обычно нанопродукты получаются дороже».

Сферой своей компетенции «Наносертифика» обозначила еще одно перспективное направление — сертификацию. В процессе сертификации свойства нанообъектов сравниваются со стандартами не только для установления соответствия материала или технологии категории «нано», но и для оценки коммерческого потенциала этого продукта.

В данный момент в центре формируется инструментально-методическая база для того, чтобы система сертификации могла проводить квалифицированные испытания и эффективно оценивать продукты по стандартным параметрам. Акцент в исследованиях будет сделан на измерении свойств, которые значительно улучшились в наноструктуре: если необходимо охарактеризовать нанометалл, то исследовать будут его механические свойства — прочность, пластичность, твердость и т. п.

Испытательной базой для «Наносертифики» станут ведущие российские научные центры и лаборатории, специализирующиеся на исследованиях и экспериментах в области нанотехнологий и наноматериалов. «Мы провели инвентаризацию российских лабораторий и испытательных центров на предмет того, какой у них имеется задел в исследованиях наноматериалов и какова их квалификация,— рассказывает Виктор Иванов.— На сегодня мы пригласили к сотрудничеству порядка 60 таких организаций». Аккредитация таких организаций при корпорации «Роснано» — еще одно направление деятельности «Наносертифики».

Как пояснил Юрий Ткачук, директор департамента стандартизации, метрологии и сертификации «Роснано», сертификация может быть нескольких видов: на продукцию, технологии и систему менеджмента (менеджмент качества, экологический менеджмент, охрана труда). «В идеале предприятие, подавшее заявку в „Наносертифику“, должно получить все пять сертификатов»,— отмечает Юрий Ткачук.

Процедура получения сертификатов такова. Предприятие подает заявку, приложив к ней требуемый пакет документов (конструкторскую, техническую документацию, протоколы проведенных испытаний и т. п.). Заявку рассматривают эксперты «Наносертифики», которые затем выдают свое заключение. В нем отражается, действительно ли данная продукция может называться «нано», а также описываются функциональные характеристики продукта. Затем рассматриваются протоколы испытаний. Приоритет отдается опытным мероприятиям, проведенным в организациях, аккредитованных «Наносертификой». Оценка технологии производства проходит также на самом предприятии, куда выезжают эксперты «Наносертифики». Одновременно с конструкторско-технологической документацией изучается и система менеджмента на предприятии, которая, как отмечает Юрий Ткачук, в России в большинстве случаев вообще отсутствует.

Получение сертификатов в лучшем случае может занять от двух месяцев, в худшем — год и более. Оплата услуг центра будет осуществляться согласно разработанному тарифному плану. О ценах на эти услуги в «Наносертифике» предпочли пока умолчать. Впрочем, Юрий Ткачук подчеркивает, что «Роснано» не заинтересована в получении сверхприбылей на процедуре сертификации.

Научный скепсис

Признавая своевременность и полезность разработки стандартов в области нанотехнологий, российское научное сообщество скептически оценивает возможности «Роснано» в реализации этой идеи на практике.

Несколько научных сотрудников, опрошенных корреспондентом „Ъ“, на условиях анонимности пояснили, что в научной среде отношение к проектам «Роснано» далеко не однозначное. Больше всего вопросов вызывает экспертная оценка наноматериалов и нанотехнологий. «Оценка сильно зависит от квалификации экспертов, которые „Наносертифика“ будет приглашать для исследований»,— пояснил специалист Института прикладных нанотехнологий (Зеленоград).— С одной стороны, такой центр действительно нужен, но с другой — смущает то, что „Роснано“, по сути, узурпирует нанотехнологическую сферу. И еще один момент. Декларативно центр существует, но вот как конкретно он будет работать с реальными проектами — вопрос далеко не ясный».

Заведующий одной из лабораторий ГУ МРНЦ РАМН (Обнинск) отметил, что определенный скепсис вызывает тот факт, что в экспертной панели не предусмотрено места для международных специалистов, ведущих ученых в области наноматериалов и нанотехнологий. «Российская наука сегодня слаба и, по сути, неконкурентоспособна. В отсутствие зарубежных экспертов все благие начинания „Роснано“ могут оказаться вне основного русла мировой научной мысли».

Однако, по словам Михаила Ананяна, генерального директора концерна «Нанотехнологии», судить об эффективности работы центра пока сложно: он только что создан. «Сам вопрос сертификации — болезненный для России, поскольку он у нас всегда находился на десятых ролях, хотя на самом деле очень важен,— подчеркивает он.— С самой идеей я абсолютно согласен. Нанопродукцию необходимо сертифицировать, но делать это должны действительно квалифицированные, независимые эксперты в этой области. Будут ли они привлекаться „Наносертификой“, мне неизвестно».

Ольга Хвостунова

Каркас для нанотехнологий

Создание инфраструктуры — приоритет программ развития нанотехнологий в любой из развитых стран. В России работа только начинается. Для нашей страны опыт создания инкубаторов, в которых находится не несколько компаний, а несколько десятков, почти уникален, тогда как на Западе практически при всех ведущих университетах и крупных институтах существуют такие центры. И это необязательно затратные проекты.

Научный затор

Рабочий день Андрея Вакуленко, как и многих других топ-менеджеров страны, начинается с просмотра электронной почты. Только пишут ему в основном не поставщики и заказчики, а ученые, инвесторы и бизнес-аналитики. Андрей Вакуленко находится на самом перекрестке науки и бизнеса. Он генеральный директор бизнес-инкубатора InQubit, который занимается коммерциализацией достижений российских ученых в области нанотехнологий. Он хорошо понимает проблемы науки, которая хочет заработать на своих открытиях, и бизнеса, который пытается развивать наукоемкие проекты. Для серьезных разработок в области нанотехнологий нужно закупать дорогое оборудование. «Только самое необходимое стоит $0,5–2 млн»,— приводит цифры господин Вакуленко. Редкий стартап, не говоря уже об отдельных ученых, может позволить себе иметь такую лабораторию. Но доступ к оборудованию, вычислительным мощностям, реагентам и многому другому упрощается, если все это сосредоточено в центре коллективного пользования — одном из базовых элементов инновационной инфраструктуры.

Управляющий директор по инфраструктурной деятельности «Роснано» Евгений Евдокимов отмечает, что инфраструктура должна дать возможность возникнуть новому бизнесу, довести результаты прикладных разработок до продаваемого пакета документации, защищенного лицензиями и/или патентами, либо выполнить по заказу бизнеса прикладную разработку, ориентированную на определенный производственный процесс.

Инфраструктура работает только в комплексе. По словам директора по инфраструктурным программам в биомедицине «Роснано» Татьяны Николенко, пробуксовка даже одного из элементов может затормозить всю инновационную цепочку. Например, сроки поставки реагентов. Большинство сложных биохимических реагентов закупается за рубежом по двойным ценам, а срок доставки, как правило, превышает два месяца. Поэтому ученые, технологи и бизнесмены возят реагенты в багаже, не связываясь с долгим оформлением груза. «Скорость на трассе определяется узкими местами. Заторы затрудняют развитие в России передовых научных направлений в области бионанотехнологий и наномедицины и осложняют развитие инновационного производства»,— отмечает Татьяна Николенко. Она приводит такой пример: владельцы созданной в 1993 году в России компании ChemBridge из-за проблем с поставками реагентов перевели основную часть бизнеса в США, и сегодня эта компания — один из мировых лидеров в области химического синтеза различных соединений на заказ.

Для того чтобы заниматься нанотехнологиями, необходимы дорогое оборудование и дорогие специалисты, умеющие на нем работать. «Сейчас в стране есть центры коллективного пользования, но это, как правило, аналитические, а не технологические центры: они дают возможность что-либо измерить, но не создать»,— поясняет советник по научной работе «Роснано» Сулхан Давитадзе.

Коллективизация достижений

Для развития инновационной инфраструктуры необходимо создавать комплексные центры, которые могли бы доводить разработки до состояния пригодности для использования. А это означает, что «Роснано» будет создавать центры, которые объединяют функции подготовки заказных опытно-конструкторских работ и доведения интеллектуальной собственности до пакетного состояния. В этих инфраструктурных центрах будут предоставляться маркетинговые, консультационные, бухгалтерские и другие услуги, которые нужны инновационным компаниям.

Господин Вакуленко полагает, что для сферы нанотехнологий подходят два типа бизнес-инкубаторов. Первый из них — виртуальная модель инкубатора, у которого нет своего помещения, но его персонал отбирает проекты, консультирует и осуществляет взаимодействие между уже существующими структурами. Второй вариант предполагает создание огромных технологических хабов — центров коллективного пользования. Эти инкубаторы будут стоить очень дорого. За те несколько лет, что они будут строиться, потребности у ученых могут измениться, появится необходимость в другом оборудовании, цели будут иными. Экспертиза при организации инкубатора такого типа имеет решающее значение.

По мнению Евгения Евдокимова, «инфраструктурные проекты могут быть коммерчески успешны в виде крупных сетевых структур, несмотря на то что являются системой поддержки и связаны с высоким уровнем риска». Он приводит в пример финскую сеть технопарков Technopolis, капитализация которой до кризиса постоянно увеличивалась.

Один из критериев востребованности инфраструктуры — заинтересованность в ней других игроков. Поэтому в инфраструктурные проекты «Роснано» будет привлекать соинвесторов. Это касается как объектов инфраструктуры, так и проектов, которые будут в них развиваться. «Получив деньги посевного фонда при бизнес-инкубаторе, проекты на следующих стадиях должны быть способны привлечь деньги других венчурных инвесторов»,— говорит Евгений Евдокимов.

«„Роснано“ получила ряд предложений о создании центров нанотехнологий, развитии сопутствующих производств и сервисов, необходимых для деятельности высокотехнологичных компаний — они находятся на стадии обсуждения»,— рассказывает Сулхан Давитадзе. Сейчас корпорация анализирует потенциал разработок, который есть у ведущих научно-технических организаций. В Москве это, к примеру, МГУ, МФТИ, МИФИ, МИСиС, МГТУ имени Баумана, МИРЭА. Возможно, со всеми этими научными центрами будет установлено сотрудничество. При них будут созданы бизнес-инкубаторы. Для финансирования разработок и развития малых компаний будут создаваться фонды ранних инвестиций.

Корпорация планирует развивать инфраструктуру и в регионах, в том числе уже существующие центры коллективного пользования в Санкт-Петербурге, Новосибирске, Томске, Казани, Екатеринбурге, Ижевске, Иркутске и других городах. В дополнение к фондам ранних инвестиций планируется привлекать финансирование региональных властей. Особый интерес представляет Московская область, потому что здесь находится наибольшее число уникальных наукоградов: Зеленоград, Черноголовка, Троицк, Королев, Долгопрудный, Пущино.

«Предполагается создание сети центров нанотехнологий. Три-четыре из них (например, в Москве и области, Санкт-Петербурге, Новосибирске) должны быть крупными и мультидисциплинарными. Региональные центры, скорее всего, будут ориентироваться на те отрасли, вокруг которых еще с советских времен выстраивались крупные промышленные объекты и научные организации»,— уточняет Сулхан Давитадзе.

«Создание развитой инновационной инфраструктуры — задача трудновыполнимая, в нашей стране связанная прежде всего с формированием практически с нуля профессионального, некоррумпированного, равноправного сотрудничества между центрами научных исследований, бизнесом и государством. „Роснано“ может попытаться начать этот процесс — возможно, опыт решения непростых задач и искреннее желание сделать все по уму помогут ей вместе с другими участниками построить эффективно работающую инфраструктуру и вывести наконец на рынок успешные наукоемкие товары и услуги. Именно такие задачи и должна решать госкорпорация»,— говорит Андрей Вакуленко.

Людмила Комарова

От воды до алмазов

Михаил Прохоров — о своем бизнесе в наномире

Президент группы ОНЭКСИМ МИХАИЛ ПРОХОРОВ, предприниматель, который уже сегодня инвестирует в инновационные проекты на основе нанотехнологий, рассказал КОНСТАНТИНУ БОЧАРСКОМУ о том, как он видит создание в России инновационной экономики, реализацию интеллектуального потенциала страны и будущее нанотехнологических продуктов.

ДМИТРИЙ ДЕХТЯРЕВ

— Стратегической целью российской экономики объявлен переход к 2020 году на инновационную модель. Верите?

— Критерий «веришь — не веришь» в экономике не работает. Если определены национальные конкурентные преимущества и соответствующие им рыночные ниши, то понятны и технологии их завоевания.

— А как в стратегические конкурентные преимущества России попали нанотехнологии?

— Ну, во-первых, это модная тема. Как ни странно, это очень важно в данном случае. Во-вторых, у России есть хороший потенциал именно в этой сфере. В-третьих, в стране уже есть хоть небольшой, но стабильный рынок сбыта продукции, разработанной с учетом этих технологий, и сейчас самое время совершить в этом направлении прорыв.

— Да, но есть много других модных тем, биотехнологии например. Или освоение Вселенной…

— Я как-то рисовал схему инновационного процесса, она состояла из трех зон. Первая — рынки, которые заказывают инновационную продукцию, вторая — обеспечивающие отрасли, куда входит материаловедение, включая нанотехнологии, а третья — широкая инновационная среда, где работают люди, которые хотят творить. В нашей стране всегда была сильная школа материаловедения. Выделить из нее модную тему нанотехнологий для привлечения внимания — это, на мой взгляд, очень правильный ход. Сегодня слово «нано» на слуху, все об этом говорят, обсуждают продукты, созданные с использованием нанотехнологий. Модная тема рождает интерес.

— Даже Юдашкин сшил для военных форму с наномембранными технологиями.

— Да, даже Юдашкин. И это очень хорошо. В свое время в России существовала мода на изобретательство. Люди шли в технические вузы, защищали диссертации. Сегодня мы снова заинтересованы в подобной моде. Надо, чтобы человек хотел стать инноватором. А для этого требуется видение перспектив. Я считаю, что государство правильно выбрало одно из направлений, где у нас есть потенциал, создало для него бренд и выделило беспрецедентные деньги для финансирования.

— И как?

— Один из главных вопросов — кто потребитель этой продукции. Пока единственным для нее заказчиком в России является оборонка. Хорошо, что этот заказчик есть, что он помогает развитию технологий, поддерживая их заказами. Но важно, чтобы эти технологии попадали и в рыночную среду. До сих пор это получалось не очень хорошо. Способность коммерциализировать инновации у нас крайне низкая. Это исторический факт. И надо иметь его в виду.

— Все-таки не очень понятно, почему именно из нано решили сделать моду. Информационные технологии не менее модная тема. Почему не взяться за нее? России не нужна Силиконовая долина?

— Я не согласен со знаком равенства между Силиконовой долиной и IT. Долина — это в первую очередь сосредоточие интеллекта. И когда интернет еще не был развит, сосредоточие интеллекта в одной зоне дало колоссальные преимущества. Позволило делать продукты, которые создавались физиками, химиками, математиками. Сегодня нам кажется, что главным продуктом долины стал интернет. На самом деле главным ее стратегическим продуктом стала концентрация интеллекта. Но по иронии именно IT и интернет стали и могильщиками Силиконовой долины. Сегодня абсолютно не важно концентрировать этот интеллект в одной точке. В одной точке теперь нужна достаточность интеллекта — способность поставить системную задачу, разбить ее на части и заказать реализацию подрядчикам по всему миру. И если раньше требовалась концентрация интеллекта гигантских размеров, таких как Силиконовая долина, то сегодня управлять решением системной задачи может десяток человек. И место их обитания не имеет значения.

— Этим концентратором достаточного интеллекта должен стать научно-технический комплекс «Старопетровский», который вы создаете?

— К слову говоря, эта задача в последнее время переформатировалась. Мы готовили проект, когда я еще работал в «Норильском никеле». Сейчас же «Норникель» — владелец здания — хочет делать там офис. Поэтому мы отказались от этой площадки. Будем делать в другом месте. Но суть проекта осталась прежней. Традиционно в Советском Союзе под конкретные тематики создавались целые институты с собственными исследовательскими центрами. Как вы понимаете, такой подход требует больших капиталовложений. Сегодня, России, по сути, необходимо заново отстраивать исследовательскую базу на новом технологическом уровне. Создание универсальных исследовательских центров, где возможно проводить исследования по разным тематикам в режиме outsource,— выход для нашей науки. Наш комплекс будет построен по принципу достаточности интеллекта и при этом будет обладать самым современным исследовательским оборудованием и современными лабораториями, причем мы обеспечим доступ к ним всем, кто занимается инновациями. Любая команда специалистов, любой ученый, разрабатывающий инновационный проект, сможет при необходимости арендовать лабораторию, оборудование, провести необходимые исследования. Несмотря на то что как такового центра еще нет, у нас уже почти год ведется работа по отбору перспективных инновационных проектов, которые будет реализовывать группа ОНЭКСИМ. При группе создан экспертный совет, состоящий из 20 ведущих ученых-практиков, задача которых — выбрать из потока проектов те, у которых наибольшие перспективы дальнейшей реализации. Совсем недавно совет утвердил три проекта, которые будут реализованы уже в ближайшее время, если подтвердится их экономическая целесообразность.

— Есть успехи?

— Завтра мы объявим о первом проекте, который запускаем совместно с «Роснано», производстве асферических оптических элементов — светодиодов нового поколения. Это системный проект, его реализация приведет к замене всего освещения по всей стране. Мы выкупили эту технологию у группы бывших учеников академика Алферова, которые в свое время уехали в Германию, создали там компанию и развили технологию. Теперь мы возвращаем ее на родину вместе с людьми, что, на мой взгляд, очень правильно. Это позволит нам запустить на Уральском оптико-механическом заводе производство современной осветительной техники, которая изменит всю организацию освещения городов, офисов, жилых кварталов.

— Как изменит?

— Приведет к смене отраслевых критериев. Теперь ими станут экономичность и мощность света, чего раньше не было. Пусть это не фундаментальный проект, но тем не менее он реализуется в масштабах страны и создает базу. В отличие от большинства других проектов в сфере нанотехнологий, которые пока штучные. И таких проектов должно быть больше.

— Как кризис повлияет на планы развития этого направления?

— Кризис привел к оттоку средств из венчурных фондов: инвестиции в инновации в условиях кризиса не являются жизненно важным приоритетом. Но это дает хорошие шансы тем, кто хочет совершить прорыв на этом направлении. Рынки, которые были для нас закрыты, открываются. В такой ситуации создание «Роснано» и выделение ей средств является главным конкурентным преимуществом. Платформа создана, для этого много уже было сделано председателем совета директоров «Роснано» Андреем Александровичем Фурсенко, руководством корпорации — теперь надо действовать.

— Какие еще сферы для поиска проектов вы выбрали?

— Пока это три направления. Первое — наноалмазы. С их помощью обеспечивается новый уровень шлифовки материалов. Второе — технологии очистки воды. Сейчас мы оцениваем их экономическую эффективность. Третий — нанолитография. Это технологии, где стирается грань между материалом и изделием — его изготовление происходит на атомном уровне. Нам интересны большие проекты. Пусть немногие, но те, что способны занять рынок. Штучные проекты могут быть полезны, чтобы набить руку, но стратегического интереса для группы не представляют.

— Сколько средств вы планируете вложить в нанотехнологии?

— Мы определили лимит, но, будет ли он освоен, я не знаю. В первую очередь это зависит от проектов, которые мы найдем. Те, что нас интересуют,— единичные вещи, поэтому точно назвать сумму, которую я потрачу, скажем, в 2009 году, не могу. Пока мы нашли совместно с «Роснано» один проект в нанотехнологиях — по светодиодам и счастливы уже этим. В нем наше участие составляет около $30 млн.

— Каков размер лимита в целом?

— Скажу так: у нас достаточно свободных денег. Не могу сказать, что готов потратить миллиард, но масштаб в сотни миллионов вполне приемлем.

— Какую капитализацию ожидаете от этих проектов?

— Вопрос кощунственный. Потому что слово «капитализация» ушло даже из традиционного бизнеса. Я бы сказал так: мы находимся в самом начале пути, и сколько наш бизнес будет стоить, зависит от того, как в будущем будет в принципе определяться стоимость. Какие будут мультипликаторы, как будут соотноситься компании, как рынок инновационный будет соотноситься с традиционными рынками и т. д. Надо понимать, что на наших глазах происходит смена среды обитания. В войну Рембрандт стоит дешево, а еда — дорого. В мирное время искусство стоит намного дороже еды. Сегодня трудно сказать, какая сфера экономики в будущем окажется наиболее успешной. Все зависит от того, что же будет являться ценностью. Искусство бизнеса — предугадать свой выбор значит застраховаться от ошибки. Потому что если в портфеле присутствуют самые конкурентные компании из разных областей, то в целом стоимость такой инвестиционной корзины вырастет. А насколько агрессивно — покажет жизнь. В любом случае для нас работа в этом направлении — это диверсификация инвестиционного портфеля. Капиталовложения на данном этапе не очень большие, а перспективы, в том числе по части стоимости, у всей индустрии огромны. Сейчас важно наработать опыт, получить возможность быть во главе всего процесса, иметь доступ к точкам развития. Если все пойдет как планируется, для нас это в некотором роде гарантия того, что мы будем в нужное время в нужном месте — с правильными возможностями и опытом. А в том, что рынок нанотехнологий будет стоить миллиарды долларов уже в ближайшее десятилетие, я нисколько не сомневаюсь.

review RUSNANOTECH 08

Научно-технический интернационал

За границей ученых–выходцев из России сегодня примерно столько же, сколько работающих в стране. Это реальный научный ресурс, но он может быть использован только в том случае, если национальная научно-техническая система станет восприимчивей к инновациям.

Откуда прибыли

Чтобы говорить о проблеме, необходимо оценить, сколько все-таки уехало российских ученых, инженеров, конструкторов, проектировщиков, а сколько осталось и почему. По-видимому, первые оценки приведены в докладе Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР). В нем говорится, что в 1990–1992 годах сферу российских НИОКР покинуло приблизительно 300 тыс. человек. Большинство из них осталось в стране, поменяв профессию. 10–15%, или 30–45 тыс., уехали за границу. По данным российских социологов, эти цифры несколько завышены. К 1995 году уехали 15–20 тыс., причем на постоянное место жительства — примерно 20% из них, остальные вначале работали по контракту и лишь со временем прочно обосновались на новом месте. Более поздние оценки: 20–30 тыс. исследователей уехали за границу и там осели. Эти цифры кажутся заниженными, но следует учесть, что здесь речь идет только о тех, кто попадает в категорию исследователей и работал в сфере НИОКР. Всего же только к 2000 году, по оценкам Мирового банка, в странах ОЭСР было 289 тыс. выходцев из России, имеющих высшее образование.

Итак, страну покинули приблизительно 30 тыс. бывших работников сферы НИОКР. Успешно устроились в основном ученые-естественники (физики, математики, химики, биологи) — 77% и инженеры — 12,7%. Ученых почти в семь раз больше, при том что исследователей технических специальностей (инженеров, конструкторов, проектировщиков), по российской статистике, в три раза больше, чем ученых-естественников. Таким образом, вероятность устроиться по специальности в развитых странах у советского ученого оказалась в 20 раз выше, чем у инженера или конструктора.

Причина такой разницы в том, что ученые из крупных научных центров России были и в советское время встроены в мировую науку, печатались в ведущих журналах, выступали на международных конференциях, участвовали в международных проектах. А вот инженеры большинства специальностей в СССР работали на устаревшем оборудовании, не знали методов компьютерного проектирования, моделирования, не владели в должной степени западными инженерными методиками, нормами и правилами проектирования.

РУССКОЯЗЫЧНЫЕ АВТОРЫ В БАЗЕ SCOPUS, РАБОТАЮЩИЕ В СТРАНАХ ДАЛЬНЕГО ЗАРУБЕЖЬЯ (%)

1	США	46	
2	ГЕРМАНИЯ	13	
3	ВЕЛИКОБРИТАНИЯ	6	
4	КАНАДА	5	
5	ФРАНЦИЯ	4	
6	ИЗРАИЛЬ	3	
7	ШВЕЦИЯ	2	
8	ШВЕЙЦАРИЯ	2	
9	ЯПОНИЯ	2	
10	НИДЕРЛАНДЫ	2	
11	ФИНЛЯНДИЯ	2	
12	АВСТРАЛИЯ	2	
13	ИТАЛИЯ	1	
14	МЕКСИКА	1	
15	АВСТРИЯ	1	
16	ЧЕХИЯ	1	
17	ОСТАЛЬНЫЕ	6	

Куда уехали российские ученые? По данным директора по исследованиям центра «Открытая экономика» Ивана Стерлигова, 46% российских ученых живут в США, 13% — в Германии, 6% — в Великобритании, 5% — в Канаде, 4% — во Франции, 3% — в Израиле и по 2% — в Швеции, Швейцарии, Японии, Нидерландах, Финляндии, Австралии.

Откуда основной поток ученых? Главным образом из Москвы и Московской области, Санкт-Петербурга и Новосибирска. Если считать по вузам, то, по данным Ивана Стерлигова, это в первую очередь Московский государственный университет и Московский физико-технический институт. За ними с некоторым отрывом следуют Санкт-Петербургский и Новосибирский университеты. Эти четыре вуза дают, например, 80% выпускников российских вузов, защитивших диссертацию (PhD) в университетах США с 1997 по 2006 год.

Научно-экономическая география

Около 25 тыс. ученых более или менее успешно трудятся в развитых странах. Вообще-то это очень небольшое количество. Почему же этот факт вызывает такую бурю эмоций и привлекает такое внимание?

От общего числа ушедших из советских НИОКР (с 1989 года — 600–700 тыс.) уехавшие за границу составили не более 5%. Но по масштабам российской науки это очень внушительная цифра. Для сравнения: в системе Российской академии наук (РАН) работает всего вдвое большее число ученых. Сейчас в списочном составе научных сотрудников РАН около 50 тыс. штатных единиц. Средний возраст членов академии — около 75 лет, докторов наук — 61 год, кандидатов наук — 53 года. К самой продуктивной возрастной группе — 30–39 лет — относятся 13% российских исследователей. В диаспоре в этой возрастной группе их в три раза больше — 40%. Причем сейчас ученые диаспоры часто занимают ключевые административные позиции за рубежом, руководят эффективно работающими молодыми коллективами. Многие из них находятся на переднем крае мировой науки, прекрасно оснащены оборудованием, имеют доступ к необходимой информации, включены в мировое экспертное сообщество, их формальные показатели (индекс цитирования, индекс Хирша, участие в конференциях с приглашенными докладчиками и т. д.) в разы лучше, чем у большинства руководителей российских институтов и лабораторий сходного профиля. Понятно, почему для руководства РАН и других научных учреждений России так болезненна перспектива хоть сколько-нибудь массового возвращения ученых-соотечественников.

Иван Стерлигов проанализировал, где сейчас живет первая сотня самых цитируемых ученых из России. Конечно, результаты, полученные путем сравнения по индексам цитирования, не могут считаться окончательными, но, несмотря на это, во всем мире признают, что между продуктивностью и индексом цитирования ученого существует определенная зависимость и, ориентируясь на него, выдают гранты и кредиты. По публикациям 1997–2002 года, большинство наиболее цитируемых российских ученых (48%) проживало в США; Россия занимала второе место с 33%; на третьем месте был Израиль — 9%; далее по 4% — Великобритания и Франция; по 1% — Германия и Бельгия. Но в последние пять лет, с 2003 по 2008 год, ситуация резко изменилась. По-прежнему на первом месте США — 41%, но второе место теперь занимает Великобритания с 13%. Доля России — 10%. Немного отстали от России с 7% Германия и Нидерланды; по 6% — Франция и Канада. Уменьшилась втрое, до 3%, доля Израиля, что означает, что туда сейчас практически нет эмиграции. Далее, 3% — Швейцария; по 1% — Австрия, Южная Корея, Сингапур и Япония.

Дан заказ ему на Запад

Раз отъезд был и остается в научной среде массовым явлением, обоснованным с точки зрения профессионального роста, то возникает вопрос к тем, кто остался. Почему не уехали? Автор труда «Государственное регулирование науки в России» Ирина Дежина по результатам опросов российских ученых дает такой ответ: невозможность преодолеть социально-культурные преграды. Российские ученые ценят неотъемлемое условие научного творчества — особый социально-культурный климат в российской науке. В России наука — это преимущественно искусство, а на Западе — бизнес.

В Министерстве образования и науки РФ, по-видимому, поняли, что проблему результативности российской науки не решить без привлечения ведущих специалистов из научной диаспоры. На днях сделан первый серьезный шаг. В новой ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 годы» предусмотрен пункт 1.5. «Проведение научных исследований коллективами под руководством приглашенных исследователей». На это выделяется 1,6 млрд руб. Предлагается в 2009–2012 годах отобрать примерно 300 проектов (по 100 ежегодно), которыми будут руководить ученые с российским гражданством, проживающие за рубежом. На реализацию каждого проекта отводится два года, объем финансирования — до 4 млн руб. В проекте должны участвовать российские молодой кандидат наук, аспирант и два студента. Ученый из диаспоры не может назначить себе более половины фонда оплаты труда по проекту. Это означает, что даже если все 4 млн руб. пойдут на зарплату сотрудникам (все приборы, аппараты, расходные материалы и т. д., необходимые экспериментаторам, уже имеются), то его зарплата не превысит 3 тыс. руб. Кроме того, не меньше двух месяцев в календарном году представитель диаспоры должен находиться на территории России. По замыслу разработчиков программы эти два месяца могут стать ступенькой на пути возвращения назад, так как сразу переехать на родину ученый не решится.

Известно об этой инициативе и российским ученым за границей. Борису Чичкову, руководителю нанотехнологического департамента Лазерного центра в Ганновере, кажется лишним требование два месяца проводить в России. «Если привлекать научных лидеров, то они не смогут в своем плотном графике находить по два месяца ежегодно. Это исключено. Как я могу на два месяца оставить свой центр?» Борис Чичков руководит также лабораторией в Греции. «Греки не выставляют таких требований. Зачем, если сейчас я могу ежедневно хоть по несколько часов в день разговаривать благодаря компьютеру по „Скайпу“ с сотрудниками? Кроме того, экспериментаторам суммы, выделяемые на проект, кажутся небольшими, они в несколько раз меньше аналогичных грантов на Западе. Это означает, что тематика исследований резко сужается — до теоретических работ, где невысоки затраты на оборудование, и тех экспериментальных, где у российского партнера проекта практически все уже есть. Борис Чичков считает, что на первом этапе диаспора будет эффективно помогать, если будут найдены реалистичные форматы взаимодействия и учета реалий жизни научных лидеров за границей.

Свои среди чужих

Старший экономист Института Всемирного банка в Вашингтоне, представитель диаспоры Евгений Кузнецов по результатам анализа реформ систем research and development (R&D) в странах с так называемым кумовским капитализмом выделил основные моменты, на которые стоит обратить внимание, чтобы взаимодействие с диаспорой было как можно более эффективным. Первое — не нужно бояться, что в стране по тем или иным причинам существует кумовская система распределения денег в R&D, где средства распределяются узкой группой допущенных к пирогу. Именно такая система была в начале 1980-х на Тайване, который сейчас занял место среди лидеров инноваций «азиатских тигров». Второе — именно диаспора может стать важнейшим фактором реформ. Так и случилось на Тайване, когда лидеры страны связались с успешными людьми в Кремниевой долине в Калифорнии. Диаспора — это как раз «люди и институты, которые не являются частью местных групп интересов, но в то же время знают систему изнутри и не боятся, как иностранцы, такой же квалификации». Третье — из диаспоры стоит выбирать людей первой волны, так как именно они являются самыми креативными, талантливыми и решительными. Остальные идут вслед за ними и с их помощью.

Четвертое и, может быть, самое главное. «Воздействие диаспоры на родную страну зависит в гораздо большей степени от восприимчивости институтов страны, чем от размера, успеха и богатства диаспоры. Размер диаспоры важен, однако главный ограничитель — это восприимчивость страны, в данном случае — России»,— говорит Евгений Кузнецов. Он привел в пример, с одной стороны, Армению и Аргентину, где большая и богатая диаспора так и не оказала влияния на страну, с другой — Чили. В чилийской диаспоре нет таких состоятельных людей, как в армянской, или трех недавних нобелевских лауреатов, как в аргентинской, однако в Чили с уважением и имея твердую политическую волю проводили в жизнь те знания и навыки, которые чилийцы привезли домой из США.

Успешное взаимодействие с диаспорой, как свидетельствует мировой опыт, утверждает Евгений Кузнецов, скорее редкая удача, чем правило. Тайвань и Чили — исключение. Руководство Тайваня вопреки всем предсказаниям тогдашних местных экспертов организовало в стране с помощью тайваньской диаспоры в Кремниевой долине специальный фонд поддержки частных венчурных фондов. Фонд создал два фонда, управляемых китайскими менеджерами с американским образованием.

Таким образом, на Тайване удалось связать работоспособные сегменты государства и успешных представителей диаспоры.

Эволюция диаспоры во многих странах происходит примерно одинаково. Первый этап — стремление добиться личного успеха, думать о родине пока нет времени. Второй этап — осознание общности тех, кто уехал, и помощь соотечественникам, создание ассоциаций и организаций. Третий этап — долгосрочное сотрудничество с родной страной.

Российская диаспора сейчас находится между вторым и третьим этапами. Следовательно, у России есть серьезный шанс.

Михаил Цыганков

Знание сильных

Согласно стратегии своей деятельности, государственная корпорация «Роснано» до 2015 года собирается потратить на проекты в области образования и популяризации науки до 15 млрд руб. Новые научные, инженерные и управленческие кадры нужны в первую очередь инвестиционным проектам «Роснано». Но пока никто не знает точно, сколько кадров должны вырастить ведущие российские вузы и сколько людей пройдет программы дополнительного образования. Во время последнего опроса Минобрнауки 140 вузов России заявили, что ведут образовательную и научную деятельность в сфере нанотехнологий. „Ъ“ попытался разобраться, что на самом деле стоит за этими данными.

Университеты нанокалибра

В 2009 году «Роснано» запланировала потратить на финансирование образовательных нанопроектов и популяризацию науки до 2,5 млрд руб. Для сравнения: правительство США на эти же цели планирует выделить $40 млн, то есть примерно 1 млрд в пересчете на рубли. В планах у «Роснано» — открытие ряда научно-образовательных центров по нанотехнологиям, подготовка кадров.

19 ноября глава «Роснано» Анатолий Чубайс посетил Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова и пообщался с руководством старейшего вуза страны на предмет открытия в МГУ центра нанотехнологий. На базе предполагаемого научного центра должны будут вестись научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, осуществляться пилотное производство нанопродуктов. Сейчас специалисты «Роснано» и МГУ готовят проект соглашения, которое планируют подписать уже в декабре текущего года. О том, по каким именно программам в МГУ будут готовить будущих научных сотрудников «Роснано», никто из руководящего состава МГУ пока не говорит. «Это будет ясно совсем скоро»,— пообещал ректор МГУ Виктор Садовничий.

МГУ не первый вуз страны, который будет готовить для «Роснано» ученых по новым профилям. Осенью текущего года госкорпорация уже заключила договор на подготовку научных кадров с Московским институтом стали и сплавов (МИСиС). По словам ректора института Дмитрия Ливанова (интервью с ним читайте на этой странице), в МИСиСе уже действует Институт физикохимии материалов. В этом институте есть и магистратура «материаловедение и технологии новых материалов». По этой специальности в течение двух лет будут готовить ученых. По словам Ливанова, в этом году наблюдательный совет «Роснано» утвердил проект подготовки студентов Московского физико-технического института (МФТИ) и Московского института стали и сплавов для наноиндустрии.

В пилотном проекте примут участие 15 студентов. Участников проекта выбирали по жесточайшему конкурсу. Между выбранным студентом, вузом и «Роснано» заключается трехстороннее соглашение. В нем индивидуально для каждого студента будет прописано, что он будет изучать в вузе и куда пойдет применять свои знания на практике. Впрочем, это в меньшей степени касается первых выпускников магистратуры МИСиСа, поскольку первое поколение наномагистров, скорее всего, будет преподавать в МИСиСе новые дисциплины.

Ученые будущего

Современный педагогический состав, которому суждено будет вырастить первое поколение российских так называемых наноученых, не смущает то, что до недавних пор такой специальности, как нанотехнологии, в российских вузах не было вообще. В МФТИ состоялось открытие первого в России научно-образовательного центра «Бионанофизика». Одно из направлений его исследований — создание макромолекул с заданной структурой, необходимых для изготовления лекарственных препаратов. Кроме того, центр будет заниматься разработкой метаматериалов с заданными оптическими свойствами. Одну из самых важных кафедр центра — физики и технологии наноструктур — возглавит директор Института теоретической физики им. Л. Д. Ландау Владимир Лебедев. По словам декана факультета общей и прикладной физики МФТИ Михаила Трунина, студентов на новую кафедру отбирали по итогам вступительных экзаменов и собеседования. «Отобрали десять лучших, в том числе одну девушку. Могу сказать одно: за этими ребятами будущее, поскольку все они, без преувеличения, гении. Именно такие, я надеюсь, будут работать в нанотехнологиях, других просто не надо допускать!» — уверен Михаил Трунин.

Образовательные программы, в которых участвует «Роснано», критикуют за их малое количество. «Программ должно быть в два раза больше как минимум. Похоже на то, что ни Минобрнауки, ни „Роснано“ не стремятся к тому, чтобы увеличить их число. Мы, ученые МФТИ, готовы им в этом помочь. В нашем вузе есть образовательные программы, мы считаем, что они вполне годны для обучения новых кадров для наноиндустрии, мы представляли их в „Роснано“. Однако до сих пор руководство госкорпорации никак не откликнулось на наше предложение»,— говорит Михаил Трунин. По словам заместителя директора по образовательным программам «Роснано» Андрея Плутенко, этот проект сейчас рассматривается экспертами, а всего в госкорпорацию были поданы заявки на 11 образовательных проектов. Половина заявок — из московских вузов, остальные — из Санкт-Петербурга, Томска, Кабардино-Балкарии и от Южного федерального университета.

«Затраты на обучение одного студента в России в 3–4 раза меньше, чем в Европе, и в 10 раз меньше, чем в США,— говорит Андрей Плутенко.— ВУЗ решает для работодателя три задачи: селекция способных людей, передача им базовых знаний и обучение специальности. Наши хорошие вузы как-то справляются только с первыми двумя. Третьего — профессионального образования — практически нет».

Будущие факультеты и кафедры нанотехнологий вряд ли решат проблему существующей модели российского образования сразу. Образовательные программы для студентов и аспирантов пока только формируются. Сейчас студентов выпускают по образовательным стандартам второго поколения, которые содержат две специальности — наноматериалы и нанотехнологии в электронике. В стандарте третьего поколения, однако, оказалась только одна специальность — нанотехнология и микросистемная техника, наноматериалы отменили. «Сейчас идет активная дискуссия вокруг возвращения наноматериалов в стандарт»,— говорит господин Плутенко.

Некоторые преподаватели уверены, что образование выпускника нанокафедры должно быть узкоспециализированным, преподавать должны дватри предмета, но зато очень глубоко. Другие считают, что в нанотехнологиях крайне важна мультидисциплинарность.

От теории к практике

Студентам мало будет дать теоретические знания. Государство должно будет подготовить почву для применения этих знаний, уверены эксперты. Некоторые из них признают: от выпуска первых студентов научных центров до появления нанопродукции пройдет довольно много времени. «Нанопродукция появится не сразу. Изготавливая, к примеру, нановаксу для ботинок, надо учитывать множество факторов, включая вред для дождевых червей от смытого с обуви крема. Поэтому одной физикой и химией нанотехнологу никак не обойтись»,— уверен Владимир Решетов, доцент кафедры электронных измерительных систем Московского инженерно-физического института. Он уверен, что наряду с подготовкой центров, где будущие наноученые получат теоретические знания, «Роснано» обязана подготовить и площадки для применения знаний, открывать новые современные предприятия. Собственно, финансирование таких предприятий в качестве соинвестора корпорация и считает своей основной деятельностью. Согласно своей стратегии, до 2015 года она собирается потратить на проекты по развитию производства продукции наноиндустрии и формированию рынков наноиндустрии 92 млрд руб.

Анна Героева

«Образование должно быть адекватно наноиндустрии»

Наноиндустрия только формируется, однако уже сегодня ощущается недостаток квалифицированных кадров для этой отрасли. ДМИТРИЙ ЛИВАНОВ, ректор Московского института стали и сплавов, рассказал „Ъ“ о том, каким должен быть специалист в области нанотехнологий и какие образовательные программы подготовки будущих нанотехнологов существуют в его университете.

— Насколько остро стоит проблема нехватки кадров для наноиндустрии в настоящее время?

— В России этой отрасли пока не существует. И она сложится не раньше чем через 5–10 лет. Нам только предстоит ее сформировать. Это будет догоняющее развитие, так как в развитых странах, например в США, работы в области нанотехнологий уже давно скоординированы на государственном уровне. С другой стороны, у России есть и преимущества: мы уже знаем, каких ошибок можно избежать, какие риски необходимо минимизировать и пр. В целом стартовая позиция у нас неплохая. Сегодня в России назрела необходимость модернизации технологических укладов в ряде отраслей промышленности. Потребность эта связана в том числе и с развитием нанотехнологий.

— Как российская образовательная система может решить эту проблему?

— Чтобы решить эту проблему, необходимо создать инновационную модель образования, которая будет адекватна складывающейся новой индустрии. Структура российского образования унаследована нами из СССР. Система специальностей в Союзе создавалась под традиционный уклад экономики, существовавший еще в 1940–1960-е годы. Особенность наноиндустрии заключается в том, что она требует межотраслевых знаний. Исследования, которые ведутся в этой области, носят междисциплинарный характер, и, чтобы быть успешным в сфере нанотехнологий, специалист обязан знать химию, физику, математику, биологию и многое другое. Таких специалистов в России никогда не готовили.

— А как же традиционные плюсы российского образования? Вроде бы в области естественных наук наши специалисты до сих пор конкурентоспособны…

— Да, традиции образования в сфере естественных, точных, технических наук у нас до сих пор сильны. Это, конечно, наше конкурентное преимущество. Однако было бы неправильно возлагать на него особые надежды: вряд ли мы сможем легко его реализовать. Для этого придется существенно изменить основные подходы в образовании.

— Каким должен быть специалист, работающий в наноиндустрии?

— Во-первых, такой специалист должен быть исследователем высокого класса. Причем принципиально важно, чтобы исследования были междисциплинарными. Во-вторых, он должен быть одновременно и разработчиком, то есть уметь проектировать устройства и разрабатывать технологии. В-третьих, он должен обладать навыками предпринимателя и управленца, знать, как та или иная разработка может быть коммерциализирована. Наконец, он должен обладать способностью к коммуникации и работе в команде. А поскольку международный язык науки и бизнеса сегодня — это английский, то иностранный язык тоже необходим

— Как реализуются эти требования в вашем университете?

— У нас есть две программы и два подхода. Первый — это традиционный прием на первый курс на специальность «наноматериалы». Она создана недавно — 3–4 года назад. По ней разработан государственный стандарт. Студенты изучают большие объемы физики, математики, химии, биологии, что для нашего университета необычно. Плюс мы постепенно вводим элементы проектирования и предпринимательства. Выпуска по этой специальности пока не было, но она явно востребована, и конкурс на нее существенно выше, чем в среднем по университету, а он у нас немаленький — 3,5 человека на место.

— Какой второй подход?

— Второй — инновационный. С 1 октября 2008 года мы запустили магистерскую программу, рассчитанную на два года. Мы ее реализуем вместе с Московским физико-техническим институтом при поддержке госкорпорации «Роснано». Это программа обучения в области нанометрологии, то есть методов измерения и характеризации объектов, имеющих нанометровые размеры. Пока образование по этой программе получает одна группа из 15 человек.

— Обучение для них платное?

— Для самих студентов обучение бесплатное. Финансирование осуществляет «Роснано». В среднем подготовка одного специалиста обходится в сумму около 1 млн руб. за двухлетнюю программу. То есть за 15 человек — около 15 млн руб.

— Как построена программа?

— Первый год — углубленные базовые курсы. В основном это физика, материаловедение, электроника. Второй год — интенсивные курсы лекций. Это порядка 16 модулей, за каждый отвечает приглашенный профессор. Мы провели мониторинг по ведущим университетам и научным центрам мира и составили список специалистов, которые наиболее высоко котируются в научном и технологическом сообществе. Это как российские специалисты, так и иностранные — из США, Швеции, Германии, Франции. Кроме того, каждый студент должен будет пройти две стажировки за рубежом. В России таких центров нет, а за рубежом у студента будет возможность погрузиться в атмосферу, условно говоря, фабрики будущего.

— Вы планируете расширять эту программу?

— Да, мы ведем переговоры с несколькими промышленными компаниями, и думаю, что подобных магистерских программ у нас будет больше.

— Пока не сформирована нанотехнологическая отрасль, будут ли ваши выпускники востребованы на рынке?

— Студенты, которые освоят нашу программу, уже сейчас могут быть востребованы — например, в корпорации «Роснано». Сегодня, на мой взгляд, также крайне перспективно все, что связано с наноматериалами, применяемыми в авиации, космической, атомной, оборонной промышленности. Еще один важный сектор — это биотехнологии и медицина. И я также бы отметил наноэлектронику и альтернативную энергетику, где активно применяются нанотехнологии.

— В прошлом году у вас в университете был создан Центр наноматериалов и нанотехнологий. Чем он занимается?

— Центр был создан для того, чтобы объединить усилия, которые раньше были рассредоточены по различным подразделениям и лабораториям университета. В нем мы сконцентрировали человеческий потенциал, финансовые средства и современное оборудование. Задача центра — обеспечить университету конкурентоспособность в сфере нанотехнологий. У центра есть бюджетное финансирование, а есть проектное — за счет выигранных конкурсов, грантов, работы в интересах каких-то компаний. Особых достижений пока нет, так как мы только что завершили организационный период. Но это молодая динамичная структура, и мы возлагаем на нее большие надежды.

Беседовала Ольга Хвостунова

review RUSNANOTECH 08

«Национальная корпорация — разумный подход к инвестициям»

Профессор Университета Южной Каролины ДЭВИД БЕРУБЕ подходит к книжным полкам и задумывается. «Даже и не знаю, что посоветовать почитать неспециалисту. Большинство общих книг просто ужасны…— размышляет Дэвид Берубе.— Самую хорошую техническую книгу написали, пожалуй, Теодор и Кунц. Для общего чтения посоветую Ричарда Джонса. В американских университетах начали учить нанонауку по Тилстре — для первокурсников сойдет». Свою книгу профессор не называет, а зря. «Наношумиха»* — лучший старт для тех, кто хочет разобраться, что происходит с нанотехнологиями в мире. 137 страниц, более четверти объема книги, занимает библиографический список. Автор предисловия — старший советник Национального научного фонда США Михаил Роко, «крестный отец» американской нанотехнологической инициативы. Чтобы написать «Наношумиху», господин Берубе проинтервьюировал тысячи ученых, инженеров и бизнесменов. Он может объяснить принцип работы сканирующего туннельного микроскопа даже пенсионеру, но при этом он не технарь, а специалист по коммуникации. Нанотехнологии занимают его как общественное явление в мировом масштабе. Анализируя активность и взаимодействие огромного числа людей и организаций, Дэвид Берубе отделяет рациональные зерна от гипербол и преувеличений.

— Дэвид, с момента, как вы закончили «Наношумиху», прошло три года — большой срок по наномеркам, если учесть, что американской нанотехнологической инициативе всего восемь лет. Что изменилось за эти три года? Стали ли люди лучше разбираться в том, что такое нано?

— Стали, но только чуть. Публика очень мало знает о нанонауке. Не более 30–40% населения говорят, что они вообще что-то об этом слышали, и почти невозможно выяснить, что именно: мы реально не представляем глубины их знаний. Люди могут быть знакомы с термином, который они видели много раз, но не представляют, что он вообще значит. Я думаю, что люди не будут понимать, что такое нанонаука, до появления каких-то действительно ярких примеров, например действенного лекарства от какой-нибудь распространенной и тяжелой болезни. Возможно, это будет средство от метастазирующего рака груди.

— Общественное признание нанотехнологий лежит через медицину?

— Да. Я только что закончил статью для журнала «Наномедицина и нанобиотехнология», где писал о том, что наномедицина может оказать большую протекцию всей нанонауке в глазах общественного мнения. Публика всегда воспринимает положительные новости из области медицины.

— Вы когда-нибудь объясняли детям, что такое нанотехнологии?

— Я периодически выступаю перед ними, например в музеях. Но больше всего мне запомнился другой опыт — выступление перед группой продолженного образования, в которой собрались 40 человек в возрасте от 60 и старше. Меня поразила их тяга к знаниям, но восприятие оказалось очень неглубоким. Например, они с большим трудом могли понять, почему при уменьшении размеров увеличивается общая поверхность частиц, а это принцип фундаментальной важности, лежащий в основе всех наноразмерных эффектов. Чтобы убедить их, я разламывал кубик на несколько частей, использовал кучу компьютерных визуализаций. А как объяснить им что-нибудь из квантовой механики? Понятие заряда, функциональная поверхность белка — все это очень непростые для взрослой публики вещи. А с детьми все совсем по-другому. Слово «нано» им хорошо знакомо — не в последнюю очередь благодаря комиксам и утренним мультфильмам. В воскресенье утром показывают десятки мультфильмов с персонажами, которые используют нанороботов или обретают силу благодаря каким-то наноэффектам. Канал с фантастикой тоже переполнен нано. Это все, конечно, выдумки, порой очень странные, но тем не менее хороший «двигатель сюжета».

— Вся эта фантастика приносит больше пользы или вреда реальным нанотехнологиям?

— Влияние смешанное. Мы очень мало знаем о том, как действуют художественная литература и фантастика на людей. Единственное более или менее хорошее исследование, которое я прочел за годы, сделала группа ученых в Европе, в Ольденбурге. Они обнаружили, что публика узнает многое о науке из телепрограмм и при этом очень хорошо разделяет фантастику и реальность. Я считаю, что не стоит бояться фильмов, в которых нанотехнологии будут представлены в каком-то ужасном виде. Люди разберутся. Если даже фильм и окажет какое-то влияние, оно будет очень коротким.

— Кстати, это первый раз, когда вы сказали «нанотехнологии». До этого все время говорили «нанонаука».

— Я думаю, что «нанотехнологии» — плохое слово. В США слово «нанотехнологии» в общественном восприятии связано с нанороботами, всякими наноустройствами, к которым мы даже близко не подошли. У нас есть нанопигменты, которые используются в разных кремах от загара, наночастицы, на основе которых делаются нанопокрытия. Одно из самых продвинутых приложений — нанотрубки, с помощью которых упрочняются материалы. И все это нанонаука — фактически материаловедение.

Нанотехнологии воспринимаются людьми как конструирование, сборка вещества на наноуровне. Сейчас ученые только скребутся по поверхности всего этого. Вот почему я так зачарован нанобиотехнологиями: они ближе всего подходят к настоящим нанотехнологиям. На этом уровне мы используем как нанонауку, так и биотехнологию, пытаясь разработать первые настоящие нанотехнологии. Но публика пока не очень воспринимает нанобио — она думает о роботах.

— Вам не кажется, что биотехнологам приставка «нано» не очень-то и нужна?

— Но сами нанотехнологии им очень нужны. Нанонаука внесла огромный вклад в биотех в виде исследовательских инструментов. Микроскопия сделала гигантский шаг вперед — в электронный микроскоп видны отдельные атомы. Еще одна область соприкосновения — синтетическая биология, когда люди пытаются создать, например, не существующие в природе бактерии с новыми свойствами. Они могут использовать эти бактерии для самых разных целей — от очистки токсичных выбросов до каких-то медицинских применений. Одна из ключевых областей — когда неорганические наноструктуры используются для построения биоструктур. Белки с новыми функциями, новые молекулярные слои, новая микроскопия и т. д.— огромные области, которые будут развиваться в нанобио ближайшие 3–5 лет.

— Нано обладает многими свойствами бренда. Как бы вы могли описать его с маркетинговой точки зрения?

— Я не думаю, чтобы кто-нибудь сейчас ясно понимал, какое это брендирование — позитивное или негативное. Индустрия колеблется: некоторые компании хвалятся им, другие — наоборот. Косметическая отрасль не знает, что делать: то ли ставить «нано» на этикетку, то ли прятать. В результате потребителю не ясно, присутствуют ли в конкретном креме наночастицы. Взять когда-то очень известные наноштаны. Burlington Industries сейчас убрала с них «нано» — ни на этикетке, ни на сайте его сейчас не найти. Думаю, в этом виновата неоднозначная пресса о влиянии наночастиц на окружающую среду. Чтобы не отвечать на вопросы журналистов, компании перестают щеголять нано в маркетинге. С другой стороны, существуют компании, которые ставят «нано» в название продукта, в котором нанотехнологий и близко не было. Но все изменится, когда произойдет какое-то значительное событие, которое сыграет роль спускового крючка. Еще раз повторю, это, скорее всего, будет действенная наномедицинская разработка. Тогда индустрия ринется использовать «нано» в своих продуктах и маркетинге.

— Кажется, вы противник шумихи с обеих сторон — как нано, так и антинано. В своем блоге вы критикуете исследователей, которые на основаниях компьютерных моделей или впрыскивания мышам больших доз нанотрубок кричат о вреде нанотехнологий.

— Это не исследователи, это медиа кричат. Взять то же исследование с инъекцией нанотрубок — там масса интересных результатов, из которых пресса вытащила только один: живые ткани могут реагировать на нанотрубки так же, как на асбестовые волокна. Ученому важен этот фундаментальный результат, но условия, при которых он был получен, трудно представить себе в реальной жизни.

— А вообще в последние пару лет о нанотехнологиях стали писать в прессе лучше или хуже?

— Мало что изменилось. В США освещение в прессе незначительно сместилось в позитивную сторону — стало больше статей, которые говорят о положительных перспективах нанотехнологий, и меньше тех, в которых говорится о проблемах. Очень похожая картина наблюдается в Европе — как раз на днях в Германии было опубликовано исследование прессы: положительных статей больше, чем отрицательных.

Общий объем публикаций в бумажной прессе не растет, даже немного снижается. Но наблюдается сильный рост публикаций в цифровых медиа — веб-сайты, блоги, видео. Я не на сто процентов уверен, стоит ли за этим рост общего объема цифровых медиа, или идет больше информации о нано.

— Наноинициативы во всем мире идут сверху вниз — от руководителей науки и государства. Наблюдаете ли вы инициативы снизу вверх в области нанотехнологий?

— В медиапространстве, без сомнения, доминируют правительственные инициативы. Активные в области нано неправительственные организации можно пересчитать по пальцам: ETC Group в Канаде, Friends of the Earth в Австралии — и, пожалуй, все. Гораздо больший пиар нанотехнологиям устраивают сами ученые и университеты, в которых они работают. Это естественно, поскольку количество исследований растет, растет их финансирование. Но в основном эта информация ограничивается интернетом, научно-техническими журналами и не доходит до газет. Научное и техническое сообщество, которое само получает все больше информации, плохо коммуницирует с прессой. Да и пресса тоже им не друг, у нее свои интересы — подать информацию в наиболее драматическом разрезе. Ученые не любят такого подхода и бегут от медиа, отстреливаясь пресс-релизами. Научные и технологические новости лучше доходят до публики в основном тогда, когда касаются какого-нибудь конкретного продукта.

— Можно сказать, что наноисследования находятся на подъеме?

— Безусловно, причем на таком подъеме, что лет через десять само слово рассосется, потому что нанонаука станет вездесуща.

Мировая картина нанотехнологий в 2010 году будет радикально отличаться от того, что было в 2000-м. В мире появились новые глобальные игроки. Раньше речь шла в основном о США и Европе — сейчас усиливают свои позиции Япония, Китай, Россия. Ваша страна — яркий пример роста инвестиций от очень маленьких до очень больших величин. Вначале нанонаука воспринималась как какая-то экзотика, которую финансирует Национальный научный фонд. Сейчас огромные средства поступают от министерства энергетики, минобороны, того же Национального научного фонда и национальных институтов здоровья. Десять лет назад исследования вели пять-десять университетов, сейчас их проводит каждый университет в США, даже если не имеет специализированного факультета. Большие деньги в исследования вкладывает индустрия. Компьютерная отрасль связывает свое будущее с нанотехнологиями. Конечно, проблем не избежать. Нужно понимать, что не стоит дышать взвесью нанотрубок или втирать их себе в кожу. Если вы работаете с ними — работайте в безопасных условиях.

— Как измерить нанотехнологии? Среди аналитиков идут дискуссии по этому поводу…

— Очень непростой вопрос. Как мы вообще будем выделять нано, когда оно станет вездесущим? Например, говоря о покрытиях, мы будем подразумевать, что в них содержатся наночастицы. У меня нет простых рецептов, как измерить нано в миллиардах долларов, хотя я пристально слежу за Lux Research и другими аналитиками рынка. Что касается будущих прогнозов, они в большой степени лежат в области догадок. Конечно, это будут триллионы долларов в мировом масштабе, но очень трудно отделить нано от ненано. От исключительно, полностью нанотехнологических устройств нас еще отделяет примерно сотня лет — от всех этих дрекслеровских нароботов.

— Вы находите оригинальной российскую идею разделить вложения в нано на финансирование науки и своего рода гигантский инвестфонд для коммерциализации?

— Завести национальную корпорацию, которая помогает индустрии закрепить на рынке нанотехнологические открытия,— разумный инвестиционный подход к нано. Возврат инвестиций в нано обычно занимает лет 10–15. У нас в США раздается много грантов инновационному малому бизнесу, чтобы удержать его на плаву, но это не финансируется на том уровне, на каком, видимо, финансируется в России.

В случае с целевыми исследовательскими программами предвижу проблему: очень сложно измерить их продуктивность. Дело в том, что на старте исследований самые большие расходы делаются на оборудование, которое очень дорого. В США, например, на начальном этапе создавались крупные нанотехнологические центры. Теперь, когда эти центры в основном построены, инвестиции в исследования гораздо более продуктивны: деньги идут не в бетон и оборудование, а собственно на исследования.

— Как скоро от вас можно ждать новую книгу?

— Очень трудно написать хорошую книгу по нанонауке, и, по-видимому, мы не увидим ее еще несколько лет. Не знаю, насколько я буду принимать участие в этом проекте, но мы с коллегами сейчас задумываем написать книжку о первых десяти годах нанотехнологий. Она должна отразить все дебаты, которые имели место между правительством, учеными, индустрией и экологами. Остается еще года два — сесть и написать.

Интервью взял Михаил Попов

**Nano-Hype: The Truth Behind the Nanotechnology Buzz.*

Rusnanotech
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ по НАНОТЕХНОЛОГИЯМ
3–5.12. 08

Идеи для бизнеса в инновационной экономике

«Нанотехнологии — локомотив технологического развития в мире. Мы ориентируемся на то, что в 2015 году объем продаж продукции российской наноиндустрии должен составить 900 млрд рублей».
Анатолий Чубайс

WWW.RUSNANOFORUM.RU

ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР», Павильон 7

Организатор форума: РОСНАНО Российская корпорация нанотехнологий

Генеральный информационный партнер: РБК

РЕКЛАМА