

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 обеспечивают 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 на коротком, просто раньше их так не называли. У нас применяются технологии тепло-массообмена с использованием ультразвука и нанопокрований; 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 нанортот из наномуки.

Виктор Шаповал,
заместитель генерального директора
ОАО МЭОСК:

— 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.

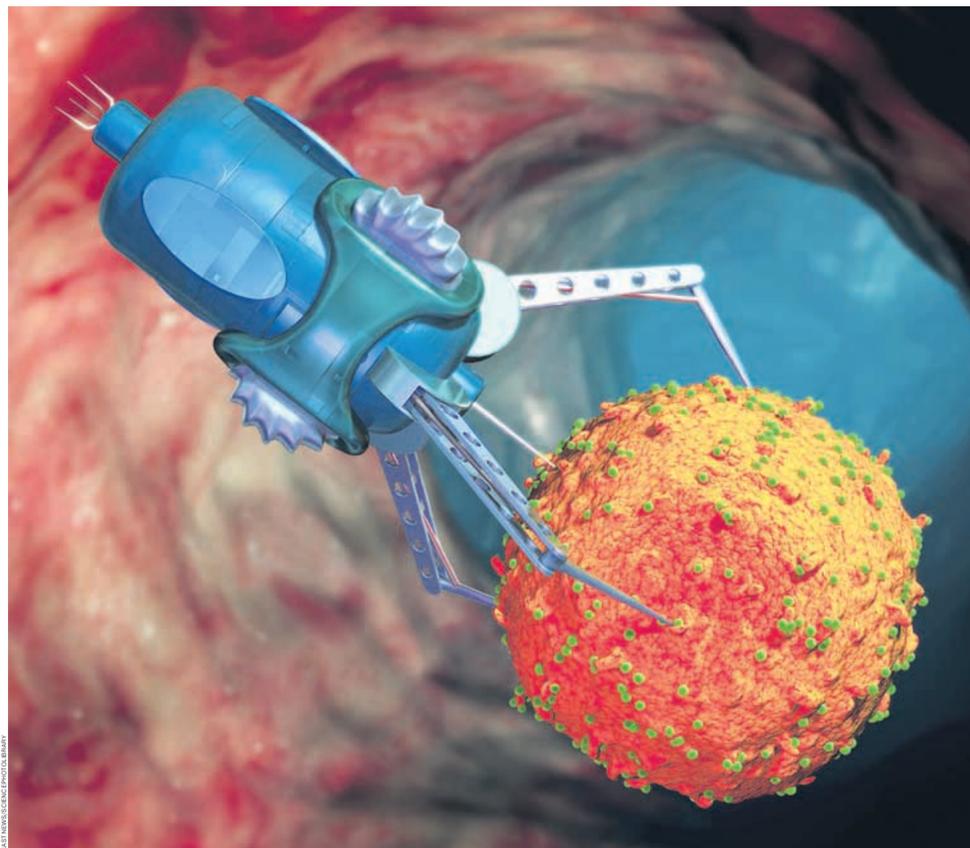
Пересмотр задач государственных институтов развития уже начался. Хотя госкорпорация «Роснано» может избежать смены целей и стратегии, нанотехнологи имеют возможность сыграть на опережение: спрос на «нано» упадет в кризис и резко вырастет сразу по выходе компаний из его острой фазы.

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 встраиваются 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 нанотехнологии Lux Research, 2008 год стал первым годом в истории развития этого сектора экономики, в течение которого вливания частных компаний в нанотехнологический

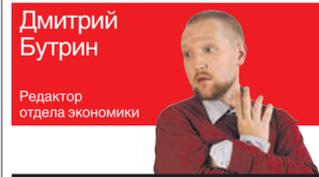


R&D (порядка \$6,57 млрд) превысили госфинансирование сектора (\$6,22 млрд), а с учетом венчурного капитала (\$700 млн) — существенно обогнали. Ситуация на рынках в 2009 году неизбежно вернет на рынок статус-кво — встраивание в процесс временного отступления государственного капитала с нанотехнологического 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 кость» 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 оп-

ределяет 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 ВЭБ.

(Окончание на стр. 26)



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 Девилья. В 1860 году открытие французского химика ассоциировали с миром высокой моды, в 1870-м — с хайтеком, а в 1880-м — с дешевой, и речь идет об одном и том же материале. У госкорпорации «Роснано» тридцать лет Девилья нет: докатиться до бальности ей надо минимум вдвое быстрее.

Список панельных докладов на конференции Rusnanotech-08 — международном форуме по нанотехнологиям, проходящем 3–5 декабря в Москве, думая, нелегко читать даже физикам. Что может объединить асимптотические решения уравнения Паули в нанотрубках (квантовая физика), двухфазные нанотермоэлектрические системы для полевых эмиттеров (элементарная микроэлектроника), наносомальный транспорт нейротропных средств в центральной нервной системе (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 платиново-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 обстоит ничуть не проще, чем со вторым.

Одним из самых свежих нанотехнологических открытий сейчас является графен — однослойная пленка кристаллического углерода, образующая молекулярную двухмерную сеть шестигрульников. 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, двумерный 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 двумерный 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 открытие 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 нанонанотехники, и нанонамики мозга, и нанокраски в основном способ сделать из блестящего болота металла предмет вожделенный бизнес-бизнеса. 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 расплавленной 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 его труда. Наполеон III довольно щедро финансировал алюминиевые изыскания Девилья. Но вряд ли он мог заподозрить, сколько стег миллиардов сделано и сколько еще будет сделано бизнесом на теоретических работах Девилья за какие-то 150 лет.

Звезды наносценны

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 человечеством непереносимо оперирует уже много десятилетий, создавая ядерные бомбы, реакторы, большие и малые коллайдеры.

В мире малых величин

Проставка «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 копейчаная 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, покалничает). 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 паразитила 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, быстрдействие 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 наномашинки 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 нанотубок сегодня уже не научный подвиг, а просто нанотехнологичная штука.

Нанотехнологиями как раз и называют всевозможные способы создания материалов и конструкций с ценными, иногда просто удивительными свойствами, определяемыми их строением в диапазоне наномасштабов. Нанокapsулы для прямой

доставки лекарств к пораженным клеткам и бумага из нанотрубок многократно прочнее стали, сверхмалые транзисторы на нанопроводах и солнечные элементы на гибких наноупаках — все это и многое другое уже существует как продукты нанотехнологий. Нанотехнологии изменяют наш мир не меньше, чем изменили его компьютеры, интернет и мобильная связь в прошедшие десятилетия.

Энергия измельчения

Самый простой вид нанопроизводства — 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 невидимом простым глазом живом 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 наночастицы становится губительным для бактерий — это успешно применяется в современных ранозаживляющих повязках. Другой пример — нанорезина, нанопорошок из отработанных шин. Когда его добавляют в сырьё 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 известным титановым белкам) 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 из-

нос 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 старение, а наночастицы соединений платины очень эффективно работают в автомобильных катализаторах.

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

Впрочем, столь прозаичные, хотя и эффективные 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 наносценны.

Нанотрубки и нанокоррики

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 появились 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 — нанозлектроника, 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 Смулли 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)