

НАНОТЕХНОЛОГИИ В РОССИИ – НАУЧНЫЙ ПРОРЫВ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КАТАСТРОФА ИЛИ ФИНАНСОВАЯ ЧЁРНАЯ ДЫРА?

Лисовский Ю.А.
кандидат физ.-мат. наук

В последнее время слова "нанонаука", "нанотехнологии", "наноструктурированные материалы" и т.п. стали модными не только в научном сообществе, но и у политиков самого высокого ранга. Нанотехнологиям отдается самый высокий приоритет при финансировании научных и инновационных программ во всех развитых странах мира. Мировые эксперты прогнозируют рост nanoиндустрии к 2010 году в объеме, превышающем триллион долларов.

Мировыми лидерами по созданию наноматериалов являются США и Япония. В Японии начиная с 1995 года главной научной программой из пяти является создание функциональных приборов на основе наноструктур. Нанотехнологии включены в программу развития науки более 50 государств. В 2007 году ведущие страны инвестировали в нанотехнологии более 12 млрд. долларов. Прежде всего это США (40-45%), государства Евросоюза (15-20%), Япония (25-30%), Китай и Юго-Восточная Азия (5-10%). В США в 2006 году расходы частных компаний на нанотехнологические разработки составили почти 2 млрд. долларов. По оценкам экспертов, объем мирового рынка nanoиндустрии в 2007 году составил 700 млрд. долларов. Ожидается, что к 2014 году он увеличится в три раза.

Не осталась в стороне и Россия. На самом высоком уровне принята национальная программа развития нанотехнологий. Для развития программы создана специальная госкорпорация и выделены немалые финансовые средства. Менеджеры от науки предсказывают, что через десять-двадцать лет наноматериалы войдут в обиход каждого человека, а сами нанотехнологии приведут к научно-технической революции, которая перевернет всю нашу жизнь.

Так что же такое нанотехнологии?

Так что же такое нанотехнологии и почему их называют "революционным прорывом в технологиях", что это сулит и чем это грозит России?

Понятия "нанонаука", "нанотехнология" и "nanoиндустрия" применяются в трёх аспектах.

- Для описания объектов, физических явлений и технологических процессов, характеристические размеры которых соизмеримы с размером несколько десятков нанометров и для описания новых физических явлений, возникающих при уменьшении масштабов объектов. Такие структуры можно получить в результате контролируемых химических или физических процессов. Чем меньше размер объекта, тем больше проявляются квантовые эффекты, которые заставляют рассматривать этот объект как некое новое состояние вещества.

- Для разработки и изготовления механических и электромеханических устройств – наномашин.

- Для описания объектов, физических явлений и технологических процессов, связанных с процессом построения новых функциональных структур из отдельных атомов (снизу вверх).

Минитиарюзация и использование явлений на стыке разных наук является общей закономерностью развития современной техники. Термины "нанотехнология", "наноматериалы" и "наноструктуры" известны не один десяток лет. Роль часто упоминаемого в прессе выступления физика Р.Фейнмана, прозвучавшего в

1959 году ("там, внизу – полно пространства") с призывом создавать микроскопические приборы, сильно преувеличена. Наука и технология имеют дело с управляемыми явлениями и процессами, протекающими в областях с характеристическими размерами порядка 10^{-7} – 10^{-9} м более 100 лет. Например, дискретные полупроводниковые устройства – диоды на кристаллах были разработаны К.Ф. Брауном еще в 1874 году. Теория квантового туннелирования, широко используемая при разработке структур твердотельной электроники (туннельные диоды – Л. Есаки в 1957 году, многослойные туннельные структуры – Ю. Тиходеев в середине 60-х гг.), разработана Г.А. Гамовым более 75 лет назад.

Создание в середине и во второй половине XX века целой гаммы технологий (электронно-лучевая литография, молекулярно-лучевые установки и т.д.) и приборов (электронные микроскопы высокого разрешения, атомный зонд, сканирующие туннельные микроскопы, новых методов структурного и химического анализа и т.д.) позволило получить функциональные структуры с размерами, соизмеримыми с размерами атомов. Например, если в 60-х годах размер элементов интегральных схем составлял порядка 10 мкм, то в 2007 году при производстве процессоров началась замена 65 нм технологии на 45 нм, в 2010 году ожидают внедрения 10 нм технологии.

Солидный возраст имеют и вынесенное на передний фронт нанотехнологий открытие фуллерена (Х.Крото и др. в 1985 году) и синтеза углеродных нанотрубок с диаметром порядка 10 нм (С.Иджима и др. в 1991 году). Тем более ряд исследователей синтезировали нанотрубки значительно ранее, в том числе и в России (Л.В. Радужкевич и В.М. Лукьянович – 1952 год, М.Ю. Корнилов – 1985 год).

Без сомнения, переход на более глубокий уровень изучения вещества, приближающийся к анализу объектов, соизмеримых с размерами атома, закономерен и сулит новые возможности. Это – общая тенденция развития естественных наук, техники и технологии. Однако граница между традиционным движением естественных наук и нанонаукой представляется искусственной. Тем более что понятие "нанонаука" реально не существует. Даже "научный лидер" в области нанотехнологий, учёный секретарь совета по науке, технологиям и образованию при президенте России, директор РНЦ "Курчатовский институт" М. Ковальчук затрудняется дать определение новой науки: "...о своей причастности к наноисследованиям заговорили учёные всех специальностей, которые имеют дело с веществом на атомарном уровне, воздействуют на отдельные атомы, манипулируют ими. Но это верно лишь отчасти. Если следовать подобной логике, то и любую химическую реакцию можно было бы называть "нанотехнологией". В действительности мы имеем дело с нанотехнологиями там, где игра с атомами дает принципиально новое качество, возможность создавать принципиально новые материалы и системы с заданными свойствами".

Ничего нового в этом определении нет. Любому

школьнику известно, что любая химическая реакция дает принципиально новый материал. Безусловно, прав лауреат Нобелевской премии по химии Р.Хоффман, утверждающий: "Я понял, что в нанотехнологиях люди нашли новое название для традиционной химии".

Складывается впечатление, что термины "нанонаука" и "нанотехнологии" – это некий огород, на который должен пролиться дождь государственного финансирования и на котором допущенные чиновники и менеджеры от науки будут собирать богатый "финансовый урожай".

Нет сомнения, что развитие естественных наук позволит получать микросхемы и сверхплотные носители информации следующего поколения, сверхмалые механизмы – наномашин, новые материалы с принципиально новыми функциональными свойствами (например, наночастицы, пропускающие через себя молекулы только одного вида, позволяющие создать "искусственный нос" и "искусственный язык" и т.д.). В принципе, можно говорить о реальности создания более сложных объектов: специальных микророботов – "врачей", которые будут сочетать функции диагноста, терапевта и хирурга, перемещаясь по кровеносной, лимфатической или другой системе человека; новых форм материи, что может привести к созданию людьми искусственной жизни. Но это следует рассматривать как результат развития естественных наук и высоких технологий, а не некой отдельной "нанонауки", как делают лоббисты нанопрограмм.

В России для развития нанотехнологий создана госкорпорация "Роснано" (Российская корпорация нанотехнологий). В рамках программы по созданию экономики нового поколения (инновационной) госкорпорации выделили 130 млрд. рублей в качестве имущественного взноса, а в бюджете на 2008–2010 гг. предусмотрено финансирование этого направления – более 180 млрд. рублей. Возникает вопрос: что, как и для кого должна и будет делать эта корпорация? Что стоит за программой развития нанотехнологий?

По мнению академика РАН Ю.Третьякова, в этой программе есть всё, а всё – значит ничего. В программе предполагается задействовать тысячи организаций, которые в ряде случаев топчутся на одном поле, всё это должным образом не структурировано. Проект неудачен потому, что все предложения механически свели вместе. Его авторы не учитывают: наша страна потеряла время и не располагает необходимыми ресурсами для выполнения подобных программ. С помощью программы предпринята попытка дешево решить проблемы, на которые в США и Японии были истрачены миллиарды долларов.

Кто будет организовывать выполнение программы?

Генеральным директором госкорпорации "Роснано" (Российская корпорация нанотехнологий) назначен бывший заместитель председателя правления РАО ЕЭС, владелец финансовой группы "Алемар" Л.Меламед. Главным научным идеологом определен российский научный центр "Курчатовский институт", возглавляемый его президентом академиком Е.Велиховым и директором М.Ковальчуком.

Необходимо принять во внимание интересный нюанс: кандидатура Л.Меламеда обсуждалась с главой РАО ЕЭС А.Чубайсом и с главой Росатома С.Кириенко, но не обсуждалась с министром образования и науки А.Фурсенко. Очевидно, что новое направление рассматривается прежде всего как коммерческое, а не научное предприятие, ибо оба рекомендателя в прошлом научных успехов не имели. Правда, С.Кириенко получил в 1997 году патент РФ на изобретение мгновенной лотереи "Вовремя остановись" (разновидность лототрона). Финансовые же способности автора дефолта С.Кириенко и приватизатора А.Чубайса, сегодня разваливающего электроэнергетику, широко известны.

Прежде Л.Меламед не занимался ни наукой, ни производством. После окончания института он занимал должность помощника ректора НЭТИ по коммерческим вопросам, являлся одним из основателей инвестиционно-финансовой корпорации "Алемар", директором новосибирского ЗАО "Лимброк", исполнительным директором ассоциации предприятий "Союз "Энергосервис"", заместителем председателя совета директоров "Новосибирскэнерго". В 1998 году назначен гендиректором госконцерна "Росэнергоатом". По словам его заместителя, он "решал задачи планомерной организации похорон РАО". В 2000 году уволился, поскольку "лучше мне было уйти самому, пока, как говорят, не вынесли на руках", – объяснял сам Л.Меламед. С января 2000 года – первый зампред правления РАО "ЕЭС России". Курировал финансовый блок, занимался "финансовым оздоровлением" компании, входил в советы директоров "Ленэнерго", "Тюменьэнерго" и других "дочек" РАО. Одновременно в 2000-2002 годах был членом наблюдательного совета банка "Еврофинанс". В июне 2004 года ушёл в отставку по собственному желанию и занялся частным бизнесом. В 2007 году журнал "Финанс" оценил его состояние в \$90 млн.

Чем может заниматься такой "специалист" в рамках организации сложнейшей научной программы? Только одним – "делением" и "вычитанием" финансовых потоков. Благо школа А.Чубайса дала ему возможность получить богатый опыт работы с государственными средствами.

Что касается академика Е.Велихова. Это опытный лоббист, всегда лояльный к любому руководству, известный своими "достижениями" в области создания термоядерного энергетического реактора "Такомак", не завершённого по причине непреодолимых технических трудностей, вследствие чего Советскому Союзу был нанесен огромный экономический ущерб. За плечами Е.Велихова имеется и другой грандиозный проект, также нереализованный "по объективным трудностям", – развитие информационных технологий. Результат известен: при поддержке Е.Велихова в СССР была развернута масштабная коммерческая деятельность по ввозу компьютеров, давшая стране первых долларовых миллионов.

Интересна научная и гражданская позиция Е.Велихова по поводу захоронения ядерных отходов от американских АЭС в Южной Корее и Тайване в карстовых

пустотах Красноярска-26, когда он охарактеризовал этот процесс как "дело абсолютно безопасное".

Академик А.Александров, будучи президентом Академии наук СССР и директором Курчатовского института, как-то сказал про Велихова: "Все мы знаем, как использовать атомную энергию в мирных целях. Некоторые из нас знают, как использовать атомную энергию в военных целях. Но Евгений Павлович знает больше всех нас – он умеет использовать атомную энергию в личных целях!" Поэтому можно заранее предсказать позицию Е.Велихова при выполнении программы – дай-те деньги, а уж мы поможем их "освоить".

Аналогичный подход к проблеме демонстрирует и М.Ковальчук. Он уже прославился конфликтами с трудовым коллективом Курчатовского института и попытками уничтожения в нём традиционного академического демократизма. Сегодня он стремится приватизировать науку и создать управляющие компании, которые могут официально извлекать прибыль от использования имущества академических институтов. М.Ковальчук – достойный соперник Е.Велихова по использованию науки в личных целях. Он уже сумел получить пользу от нанотехнологий для себя лично, став единственным человеком, которому удалось, провалившись на выборах в действительные члены Академии наук, вопреки Уставу стать её вице-президентом. Запах больших денег сильнее Устава Академии.

"По каким признакам главным сделали Курчатовский институт? По лоббистским возможностям благодаря усилиям академика Е.Велихова? Решение было чисто келейным. За бортом остались многие коллективы и научные центры по всей стране, которые, в отличие от "Курчатника", имеют реальные достижения в нанотехе", – так считает профессор Г.Малинецкий, научный руководитель Института прикладной математики РАН.

Что делать?

Генеральные планы "Роснано" впечатляют, но конкретные направления деятельности остаются непонятными. Менеджеры от науки раскручивают термин "нанотехнологии" как рекламный бренд, "революционный прорыв в будущее", а не как нормальное развитие естественных наук. В результате отсутствует понимание того, что такое нанотехнология и какая именно нанопродукция нужна российской промышленности.

В США плоды профинансированных государством нанотехнологических разработок востребуются сильной наукоёмкой промышленностью, у нас же существовавшие в советское время научно-производственные объединения, являвшиеся основными потребителями академических научных разработок в области высоких технологий, разрушены. Сырьевым компаниям нанотехнологии не нужны – их устраивает устаревшая существующая технология, а деньги им нужны не на модернизацию основных фондов, а на другие цели.

Например, несмотря на существенный мировой технологический прогресс нефтедобывающих отраслей и высокие цены на нефть, в России наблюдается техническая деградация этой отрасли. Она сопровождается

резким падением производительности труда – за последние 17 лет добыча на одного работающего уменьшилась в 4 раза.

Аналогичная ситуация и в электроэнергетике, где износ основных фондов превышает 65%, до 40% оборудования гидроэлектростанций и не менее 20% оборудования тепловых электростанций России выработало 100% установленного ресурса, износ магистральных электрических сетей – 70%, реальный срок службы теплотрасс в среднем 50-55 лет при норме 35-40 лет. В целом в промышленности к 2000 году доля производственного оборудования со сроком износа более 20 лет превысила 30%, а к 2005 году доля такого устаревшего оборудования составила свыше 50%.

Более того, разрушена существовавшая в советское время система прикладной и отраслевой науки. А ведь именно отраслевая наука использовала (как и в других развитых странах) результаты фундаментальных разработок, потребляя порядка 90% финансирования науки. В развитых странах (как ранее в СССР) расходы на фундаментальную науку составляют 7-10%, на прикладную науку и опытно-конструкторские работы – 30-45% и на собственно создание промышленного производства – 50-60%. Вклад отраслевой науки к 2002 году упал в России до 6,5 % против 71% в Японии и 75% в США. Надежды на то, что прикладную науку профинансирует частный капитал, являются иллюзорными.

Что будет делать "Роснанотех"? Будет вынужден продавать плоды фундаментальных разработок наших ученых за рубеж? Или он для этого и создается? И главная задача состоит в том, чтобы поставить под внешний контроль ведущиеся российские разработки в области нанотехнологий? В любом случае – это путь к полному и окончательному краху не только отечественной науки, но и страны.

Сегодня мировой рынок нанопродуктов выглядит следующим образом:

- биотехнологии – 9%,
- устройства хранения данных – 15%,
- полупроводники – 18%,
- новые материалы – 30%,
- оптика – 2%,
- электрохимия – 3%,
- полимеры – 8%,
- другое – 25%.

Причем основной объём составляют достижения "традиционных" высоких технологий, а не результат "поатомной" сборки микроустройств или продукты производства "нанороботов" и "нанофабрик". Это естественно, поскольку нанотехнологии создаются за счет развития традиционных высоких технологий и на стыке наук. Спорной является позиция, что Россия "безнадёжно отстала в области компьютерных технологий, IP-технологий и биотехнологий, а здесь (в нанотехнологиях) у нас есть реальные шансы быть в первых рядах. Мы пока ни от кого не отстали в нанотехнологиях" (Е.Шильников). Всё это сильно напоминает лозунг построения коммунизма в одной отдельно взятой деревне.

Еще "эффектнее" заявление М.Ковальчука в статье "Нанотехнологии в России – это круче атома и космоса": "Несмотря на трудности последнего десятилетия, у нас сохранился мощный технический и кадровый потенциал. Мы находимся в равных стартовых условиях и с Америкой, и с объединенной Европой". Иными словами, дайте деньги, а мы уж разберемся, что с ними делать! Тем более что "Роснанотех" собирается организовывать работу по сетевой схеме, т.е. ни за что конкретно не отвечать.

По какому пути идти?

Пути развития нанотехнологий до конца не определены. В развитых странах научно-исследовательские разработки в сфере нанотехнологий проводятся в рамках оборонно-промышленного комплекса. Чего хочет добиться Россия в области нанотехнологий? Как будет работать "Роснанотех"? И что корпорация собирается делать? Такие вопросы задают ответственные учёные. Вот мнение профессора Г.Малинецкого: "Нанотехнология... находится явно на донаучной стадии. Приверженцы нанотеха сейчас говорят о его предельном развитии: создании сверхмалых нанороботов-сборщиков. Они должны собирать из атомов нужные изделия прямо из исходного сырья, сделав ненужной промышленность нынешнего типа. С другой стороны, нанороботы должны вводиться в человеческий организм, побеждая болезни, "ремонтируя" клетки нашего тела – и тем самым продлевая нашу активную и здоровую жизнь на десятки лет. А то и дольше. А попутно технологии на уровне атомов должны дать материалы невиданной лёгкости и прочности, сверхъёмкие аккумуляторы, компьютеры, различимые лишь в сильный микроскоп. Всё это очень сильно напоминает предшественницу химической науки – алхимию. Её адепты ставили целью получить эликсир жизни, дарующий бессмертие (из этого направления и выросла органическая химия), и философский камень, позволяющий превращать свинец в золото (развитие этого направления привело к неорганической химии). Сравните это с нынешними грёзами нанотехнологов о производстве вещей из песка и воды и о продлении жизни человека с помощью крохотных нанороботов в крови. Алхимия была связана с мистикой, магией, большими деньгами, неоправданными надеждами и обилием шарлатанов. Они тоже говорили: "Дайте нам побольше денег, и мы создадим вам и камень для превращения свинца в золото, продлим вашу жизнь до тысячи лет". На наш взгляд, нанотехнологии во многом переживают ныне стадию алхимии". Это понимает и премьер-министр РФ В.Зубков. Он утверждает, что "средств достаточно, были бы идеи. Но, к сожалению, я посмотрел материалы, и пока денег больше, чем идей".

Чем должна заниматься госкорпорация, не знает и министр науки и образования А.Фурсенко. Как он утверждает, задача "Роснанотеха" – в "коммерциализации существующих заделов, которые есть в России по линии наноиндустрии". Речь идет, проще говоря, в продаже существующих научных заделов западным фирмам, способным освоить высокотехнологическую продук-

цию. Не знает своих задач и глава "Роснанотеха" Л.Меламед, который на вопрос, что станет первой нанопродукцией госкомпании, отрезал: "Не скажу". Повторяя слова министра о путях развития новой науки, Л. Меламед заявил: "Главная задача, по моему мнению, заключается в коммерциализации результатов, получаемых в прикладной науке, или в создании условий для их коммерциализации".

Принимая во внимание высказывания руководителей, не стоит удивляться, что создание экономики нового поколения начато с размещения средств в банках под процент и строительства зданий, в том числе нового офисного здания в Москве. По словам Л.Меламеда, в нынешнем году доходы корпорации составят порядка 5 млрд. рублей. И получают их "от вложения средств" т.е. от процентов по банковским депозитам. Что будет делать корпорация кроме "размещения средств" и строительства своего здания, так и остается неясным. Но депозиты являются чисто убыточным предприятием – годовая ставка по ним не превышает 10%, в то время как даже официально признаваемая инфляция за 2007 год составила 11,9%. Отличные условия для банального разворовывания денег! По мнению профессора Г.Малинецкого, "чиновничий аппарат РФ, вливая миллиарды в ещё (или уже) несуществующие отрасли, просто-напросто собирает разворовать их под патристическим предлогом, под прикрытием планов "большого рывка"...". Тем более, что корпорация усилиями лоббистов избавлена от проверок и налогов.

Очень глубокий смысл имеет фраза бывшего премьера российского правительства М.Фрадкова: "Половина из присутствующих не знает, что такое нанотехнологии, но знает, что без них жить нельзя". Чиновники от науки не знают, что такое наноука, но великолепно понимают: без неё жить нельзя, так как им нужно зная для выбивания госфинансирования и обмана общественного мнения. Нанотехнология, ещё не получив практического применения, уже стала модным брендом, который, как магическое заклинание, помогает выбивать государственные ресурсы.

Попытки некоторых учёных принять участие в программе, сделать её реальной или высказать критические замечания, пресекаются просто – им затыкают рот. Способов много. Например, приглашения на заседание фракции "Единой России" в Государственной Думе РФ по проблемам нанотехнологий для профессора Г.Малинецкого и других научных экспертов были аннулированы.

По мнению некоторых специалистов, "нанотехнология" есть просто гениальная операция по выкачиванию денег из федеральных бюджетов многих стран. Причем эта деятельность процветает не только в России. В 2006 году опубликована работа профессора Университета Южной Каролины (США) Д.Берубе "Нано истерия". Как утверждает профессор, "учёные в современном мире начали понимать, что в дополнение к "чистой науке" очень важно сформировать общественное мнение в поддержку своего исследования. Учёным необходимо подстраивать свои усилия к "политической линии" власть пре-

державших и тех, кто контролирует основные ресурсы". По мнению Д.Берубе, "нанотехнологии, науки о молекулярной инженерии на атомном масштабе, захватили всенародное воображение... Утопические фантазии и ужасные сценарии, связанные с нанотехнологиями, стали продуктом в индустрии развлечений. Преувеличения вокруг этой новой технологии идут не только из средств массовой информации, но и от учёных, которые увеличивают предполагаемые выгоды нанотехнологии для оправдания финансирования исследований... Результатом этого является широкое распространение дезинформации... общественности".

Об экономической эффективности нанотехнологий весьма ясно выразился один из лоббистов нанонауки в США Р.Смэйли, который открыл новую модификацию углерода и сумел сделать на этом большие деньги, выступив с речью перед Конгрессом США. Созданная им фирма Carbon Nanotechnologies Incorporated позиционируется как одна из ведущих в области нанотехнологий. Однако очень скоро, уже в 2007 году, принадлежащая Р.Смэйли компания вместе с интеллектуальной собственностью была продана всего за 5,4 млн. долларов при стартовой цене 180 млн., т.е. за ничтожную для якобы передового научного центра сумму.

Кто будет выполнять программу "нанотехнологии"?

В период зарождения нанотехнологий СССР был одним из основоположников. В 1987 году руководитель направления нанотехнологий НИИ "Дельта" П.Н. Лускинович продемонстрировал первую действующую нанотехнологическую установку. Были получены экспериментальные результаты по наносборке, которые до сих пор не повторены ни в одной из стран. Это направление было ликвидировано ещё в 1995 году. В результате действий властей отечественный интеллектуальный потенциал в области высоких технологий почти полностью разрушен. Как свидетельствует статистика, в области нанотехнологий за 2006 год в США было зарегистрировано около 7 тысяч патентов, в России – 12 штук.

Ученые так характеризуют ситуацию со специалистами в России в области нанотехнологий: "...острый кадровый голод, нехватка специалистов и в области нанонауки, и в области технологий, и в сфере доведения наукоёмкой продукции до рынка". Та же ситуация характерна для мировой наноиндустрии в целом. По словам генерального директора концерна "Наноиндустрия" М.Ананяна, потребность в специалистах в сфере нанотехнологии в 2010-2015 гг. в США составит 800-900 тыс., в Японии – 500-600 тыс., в Европе – 300-400 тыс., в Юго-Восточной Азии – 100-150 тыс. человек. А значит, эти государства будут и далее проводить активную политику привлечения российских специалистов. Сейчас страну ежегодно покидает до 15% выпускников российских ВУЗов [42]. Вопреки утверждению главы Минобразования, что "слухи об опасности "утечки мозгов" из России сегодня сильно преувеличены", "утечка мозгов" ежегодно обходится нашей стране в 25 млрд. долларов. Почти четверть американской индустрии высо-

ких технологий держится на выходцах из России. Наши эмигранты, живущие в США, обеспечивают 20-25% производства в области высоких технологий, что составляет около 10% мирового рынка. Если бы те специалисты, которые выехали за границу, начиная с 70-х годов, готовились в университетах США и Западной Европы, то на их подготовку пришлось бы потратить более 1 трлн. долларов.

При оценке научного потенциала нельзя не учитывать, что наиболее активный возраст в науке приходится на 30-40 лет. В России же, по данным академика В.Страхова, в 2004 году средний возраст кандидатов наук составлял 53 года, докторов наук – 61 год, членов РАН – более 70 лет. Причём эта ситуация в России не улучшается – эмиграция специалистов (в основном молодых) в течение последних лет составляет 10-15 тыс. в год. По оценке президента Лиги содействия оборонным предприятиям А. Долголаптева, средний возраст инженеров, конструкторов и высококвалифицированных специалистов в отечественном ВПК в 2006 году составлял 65 лет. На мировом рынке высоких технологий в настоящее время доля США составляет 60%, Сингапура – 6%, России – 0,5-0,8%. Таким образом, оптимистические заявления руководителей нанопрограммы беспочвенны, Россия потеряла большую часть высококвалифицированных кадров.

Причём немедленно решить кадровую проблему не позволит даже выделение значительных средств на науку и образование, потребуется много лет для восстановления разрушенных научных школ. Россия потеряла статус страны с высоким образованием населения. Сейчас только 15% взрослого населения имеет законченное высшее образование. Знаменательно, что точно такое же число людей – 15% проходит сегодня через тюрьмы.

Не следует думать, что немалое финансирование нанотехнологий, уже выделенное бюджетом, даже при целевом его использовании эффективно поможет развитию отечественной промышленности. Большая часть этих средств уже на старте уйдет на Запад. На эти деньги будет закуплено научное и технологическое оборудование у западных фирм – собственное высокотехнологичное производство в России почти полностью разрушено, а имевшееся в советское время оборудование устарело. Например, в России нет ни одного современного высокоразрешающего электронного микроскопа последнего поколения, сильно устарел парк современного аналитического и технологического оборудования. К тому же купить новейшее технологическое оборудование наверняка не удастся – западные фирмы не хотят создавать себе конкурента.

В России практически полностью разрушена прикладная наука, в том числе уничтожен корпус специалистов-технологов, существовавший в советское время в отраслевой науке. Подготовка квалифицированного технолога является длительным процессом: кроме высшего технического образования он должен получить опыт работы в течение 5-10 лет. Такой же практический опыт должен иметь и квалифицированный рабочий.

Поэтому планы руководства программы по нанотехнологии произвести к 2015 году нанопroduкции более чем на 4 трлн. рублей, заняв 4% мирового рынка, совершенно лишены основания. Этот лозунг сильно напоминает призыв: "Откроем частицу в текущем квартале!".

Конечно, выделенные на нанотехнологии финансовые средства велики, если сравнивать их, например, с финансированием образования по национальному проекту в 2007 году – всего 48 млрд. руб. (сообщение первого зампреда правительства России Д. Медведева на заседании Совета по реализации приоритетных нацпроектов 5 октября 2006 года). Но эта сумма вызывающе мала по сравнению со средствами, "заработанными" на личные нужды в 2007 году первой сотней богачей России, – 2300 млрд. рублей (журнал "Форбс", апрель 2007) или военным бюджетом США на 2008 год – порядка 11 900 млрд. руб.

Складывается впечатление, что нанопрограмма ориентирована на использование оставшегося научного потенциала России для развития западного высокотехнологичного производства, в первую очередь ВПК США. Программно звучит заявление руководителя Федерального агентства по науке и инновациям С.Мазуренко. Оно прозвучало в ответ на замечание директора Института ядерной физики СО РАН, академика А.Скринского, что пришло время менять стратегию: "Хватит наши идеи вывозить за рубеж, где они воплощаются в крупные установки. Надо сооружать их в России, чтобы здесь был центр мировой научной мысли, чтобы к нам ездили западные учёные". На это государственный чиновник сказал: "Пожелание, конечно, хорошее. Но даже с учётом международной кооперации "хозяин" обязан вложить в установку очень серьёзные средства, значительно больше, чем "гости". А ведь это деньги налогоплательщиков. Думаю, нам ещё рано брать на себя роль "хозяина" столь дорогих проектов".

Возможные угрозы

Шумиха, поднятая вокруг нанотехнологий, заставила научную общественность обратить внимание на ряд проблем, возникновение которых возможно при успешном развитии этого направления. Учёные предсказывают создание в течение 30-40 лет первых "умных" нанороботов и нанофабрик. Эти устройства смогут самовоспроизводиться, создавать любые заданные программой предметы или даже псевдоживое существо. Возможно появление совершенно новых производств, источников энергии, материалов, компьютерных и телекоммуникационных систем, новых возможностей для медицины.

По прогнозам, через 25 лет в мире появятся микроскопические компьютеры, способные обеспечивать полный эффект присутствия. По словам известного изобретателя Р.Курцвейла, "экспоненциальный рост... возможностей по уменьшению размеров технических устройств" позволит создать в недалеком будущем компьютер размером с клетку человеческого организма. Это приведёт к появлению "устройств размером с клетку крови, которые можно будет вводить... в наш мозг, что-

бы расширять наши интеллектуальные возможности... и создавать виртуальную реальность, обеспечивающую полный эффект присутствия изнутри нервной системы... Виртуальный мир будет конкурировать с реальным". Что мы получим в результате: наркомана или человека-зомби?

Специалисты выражают вполне обоснованную тревогу по поводу возможного неблагоприятного воздействия продукции нанотехнологий на людей и на окружающую среду. Люди за свою тысячелетнюю историю приспособились жить в естественном мире. Массовое внедрение искусственного мира может привести человечество к непредсказуемым последствиям. Ещё больше вопросов вызывает возможность некомпетентного, корыстного или злонамеренного использования высоких технологий. Научный и технологический прогресс может обернуться глобальной катастрофой. Достаточно большое число влиятельных людей и организаций на Западе призывают к установлению моратория на массовое производство и коммерческое применение материалов и изделий, изготовленных при помощи нанотехнологий. До тех пор, пока все мировое сообщество достоверно не определит все возможные последствия их применения и не создаст строгий свод правил для защиты человечества от "наногрозы". Существование опасности признаёт даже А.Фурсенко: "Пока нигде в мире не проведено достаточно глубоких исследований, которые позволяли бы в полной мере оценить потенциальные риски использования наноматериалов. Вместе с тем существует опасность и неправильного применения нанопроductии и недобросовестных производителей, уже рекламирующих гуталин и некие кремы с наночастицами".

Конгресс США принял закон, обязывающий американское правительство изучить все возможные формы воздействия продуктов нанотехнологии на общество, на окружающую среду и на здоровье человека. Результаты этой работы не опубликованы. Для исследования возможных нежелательных последствий при развитии нанотехнологий под лозунгом "Готовясь к нанотехнологиям" в Соединенных Штатах с 1989 года функционирует Foresight Institute. В США создан также общественный Центр надёжных нанотехнологий (Center for Responsible Nanotechnology), главными векторами работы которого являются оценка путей развития нанотехнологий, анализ рисков и опасностей, возможных при неправильном использовании результатов научных разработок. Правительство Великобритании сформировало консультативный совет по этическим проблемам, связанным с применением нанотехнологий. Главным предметом изучения совета являются возможные злоупотребления при попытках создания биологического оружия.

Одним из самых важных направлений в сфере нанотехнологий сегодня являются биоорганические технологии, куда направлены очень большие инвестиции. Однако это одна из самых опасных ветвей нанотехнологий. Учёные уже достаточно близко подошли к моделированию структур псевдоживой материи, обладающей

способностью к самопостроению и к саморегуляции. Дальнейшее развитие этого метода может привести к перевороту в науке и вызвать очень серьёзное качественное изменение мира. Простит ли Природа нам ошибки при таком вторжении? Первый печальный опыт мы уже имеем на примере генетически модифицированных продуктов питания — последствия их применения не ясны, а фирмы усиленно продвигают их на рынок из экономических соображений.

Например, уже сегодня гигант пищевой промышленности компания Kraft Foods и группа научно-исследовательских лабораторий разрабатывают уникальный проект — "программируемую (интерактивную) пищу". Исследователи компании работают с безвкусным и бесцветным напитком, который потребитель сможет запрограммировать самостоятельно после приобретения. Именно потребитель будет определять желаемый цвет напитка, его аромат и содержание в нём питательных веществ. За скобками остаётся лишь один вопрос: можно ли пить этот напиток без ущерба для здоровья?

Британская неправительственная организация "Почвенная ассоциация" (Soil Association), занимающаяся сертификацией органических продуктов, отказалась сертифицировать продукты, которые содержат искусственно созданные наночастицы. Ассоциация заявила, что искусственно созданные наночастицы могут представлять опасность для здоровья человека, поэтому содержащим их продуктам впредь не будет выдаваться сертификат. Это относится и к санитарно-гигиеническим и косметическим средствам (солнцезащитной косметике, кремам от морщин), пищевым продуктам и одежде. Ассоциация ссылается, в частности, на отчёт Лондонского королевского общества от 2004 года, в котором предлагалось серьёзно ограничить использование нанотехнологий впредь до дальнейших исследований, однако никаких фактических шагов предпринято не было. Попытки мировой общественности ввести международный контроль программ по нанотехнологиям понятны. Не стоит доверять принятию решений по нанотехнологиям "мудрым политикам" вроде Д.Буша, которые, находясь под давлением транснациональных корпораций и опираясь на мнение оплаченных экспертов, руководствуются сиюминутными геополитическими и коммерческими выгодами.

Гигантские усилия направлены на создание nanoоружия, несмотря на то, что современное человечество уже накопило много опасных систем вооружения, которые могут уничтожить всё живое на Земле. В США уже создан Институт солдатских нанотехнологий для разработки вооружения и экипировки "солдата будущего". Министерство обороны США финансирует программу создания "умной пыли", "синей слизи" и т. д., то есть большого семейства боевых микророботов размером с пылинку. Предполагается, что они смогут проникать в каналы связи противника, создавать свою сеть, собирать и передавать оперативную информацию, проводить спецоперации... Есть сообщения, что уже в 2008 году будут созданы первые боевые наномеханизмы и системы связи. Многие фантастические ужасы из боевиков о

космических войнах могут стать реальностью. Возможная военная мощь высоких технологий значительно и страшнее ядерного оружия. Учёные неоднократно разрабатывали оружие, которое человечество впоследствии напрасно пыталось запретить или ограничить, а "дальновидные" политики тут же начинали его применять с "мирными" целями (химическое и бактериологическое, ядерное и термоядерное, психотронное и др.). Один из создателей ядерного оружия Э.Теллер так формулирует будущее нанотехнологий: "Тот, кто раньше овладеет нанотехнологией, займёт ведущее место в техносфере следующего столетия". Однако положительная оценка проекта Э.Теллером как раз и вызывает серьёзное беспокойство – он уже дважды "обосновывал" необходимость активного развития проектов, ставивших человечество на грань глобальной катастрофы:

- создание ядерного оружия, которое тут же было применено США против Японии;
- разработка новой стратегической военной доктрины США в 1983 году – "Стратегической оборонной инициативы", инициировавшей гонку стратегических наступательных вооружений в США, России и в других ядерных государствах.

Надежда на разумность политиков весьма слаба. Правительство США уже применяло ядерное оружие и продолжает думать о новом его использовании. Чего стоят, например, предложения американских неоконсерваторов из "демократических соображений" и в "превентивных целях" применить ядерное оружие против Ирана. Для монополиста, владеющего nanoоружием, перестанет быть сдерживающим фактором доктрина *Mutually Assured Destruction*, утверждающая, что в термоядерной войне проиграют все стороны и она может закончиться полным уничтожением жизни на Земле. Механизмы, которые ограничивают гонку nanoвооружения, в настоящее время отсутствуют.

Многие учёные предупреждают: если оптимистические (в техническом плане) прогнозы развития высоких технологий оправдаются, то страна, добившаяся успехов в нанотехнологиях, автоматически обретёт небывалую ранее военную мощь и сможет в короткие сроки запустить в массовое производство новые виды вооружений, что серьёзно нарушит существующее в мире равновесие. Рецепт от такой опасности известен, но трудно выполним по "политическим соображениям": разработки в этой области нужно вести под тщательным международным контролем и абсолютно открыто. Другой опасностью неконтролируемой гонки nanoвооружений является возможность использования нанотехнологий отдельными организациями, группами людей и преступными сообществами. Возможно, например, что при проведении операций спецслужбами развитых стран nanoоружие может попасть в руки тоталитарных сект или террористических организаций.

Ещё одной угрозой является техногенная катастрофа, которая может возникнуть вследствие выхода продуктов высоких технологий из-под контроля. Какими законами станет руководствоваться в своих действиях искусственное "псевдоживое" самовоспроизводящееся существо, полученное в частной лаборатории? Какими свойствами будут обладать экспериментальные образцы таких существ, полученные при отработке технологии? А что если в программу нанотехнологии будет запущен компьютерный вирус? Не станут ли реальностью фантастические сюжеты об искусственных монстрах и "серой гнили"? Поэтому уже всерьёз рассматриваются задачи по созданию защитных средств для уничтожения вышедших из повиновения нанороботов на манер борьбы с вирусами и бактериями, представляющими по существу живые аналоги нанороботов.

Современные компьютерные системы жёстко ограничиваются алгоритмическими программами, имеют ограниченную взаимосвязь с окружающим миром и почти не могут оказывать на него влияния. Но опасность такого рода возникнет по мере развития нанотехнологий и создания nanoкомпьютерных нейросетей с громадным быстродействием и памятью, допускающих случайные отклики на внешние воздействия. В этой системе людям не представляется возможным просчитать конечный результат исполнения собственных желаний. Человеку не под силу предусмотреть всех последствий деятельности наносистем из-за их очень высокой сложности. Жизнь на Земле может быть уничтожена в очень короткие сроки.

В романе "Осмотр на месте" С.Лем так характеризует возможную ситуацию: "...когда в среде обитания появляются зачатки разума, когда этот разум пересаживают из голов в машины, а от машин... его унаследуют молекулы, и... плотность их интеллекта настолько превысит плотность человеческого мозга, что в песчинке поместится умственный потенциал не доцента какого-нибудь, а сотни факультетов вместе с их учёными советами, – тогда уже сам черт не поймет, кто кем управляет". В случае даже частичной реализации амбициозных программ нас ожидает nanoмир, о котором мы почти ничего не знаем. Процесс уже пошёл: с марта 2006 года по октябрь 2007 года число потребительских товаров (в том числе продуктов питания), изготовленных с использованием нанотехнологий, увеличилось 2,75 раза. И это только начало.

О государственной оценке Россией потенциальной угрозы неконтролируемого развития и расползания высоких технологий пока ничего не известно. Ничего не известно и об участии России в работе различного рода международных институтов, ограничивающих и регламентирующих не только военное применение высоких технологий, но и их использование в медицине, биологии, психологии и т.д.