

УДК 001.18

**Борсук Д. С.**, аспирант кафедры стратегического и финансового менеджмента МФПА, г. Москва

**Булужева М. А.**, начальник отдела маркетинга «Мастер Телеком», аспирант кафедры микро- и наноэлектроники МИФИ (ГУ), действующий член молодежной секции Академии Прогнозирования — Российского отделения Международной академии исследований будущего (*International Future Research Academy*), г. Москва

## СТРАТЕГИЯ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ СОВРЕМЕННОЙ НАНОИНДУСТРИИ РОССИИ

*За два последних столетия состоялось три научно-технических революции (НТР), которые изменили представления во многих областях науки и техники, привели к перераспределению сил в области мировой политики и экономики. Первая НТР, неразрывно связанная с изобретением шотландским инженером Джеймсом Уаттом паровой машины в 1769 г. положила начало укреплению позиции Англии и сделала фунт стерлингов основной резервной валютой в мире в XVIII — XIX вв. Вторая НТР, начавшаяся в 1948 г. и связанная с именем Норберта Винера<sup>1</sup>, предопределила сегодняшний информационный мир и доминирующее положение США на рынке ИТ. Создание ядерного оружия массового поражения было причиной определения стран на мировой политической арене после Второй мировой войны.*

*Современный период характеризуется началом и продолжением третьей НТР. Как изменится современный мир в процессе этой революции, что станет ее глобальным результатом — на эти вопросы представители российской и зарубежной науки пытаются дать ответы уже сегодня.*

### **Нанотехнологии: вымысел или реальность?**

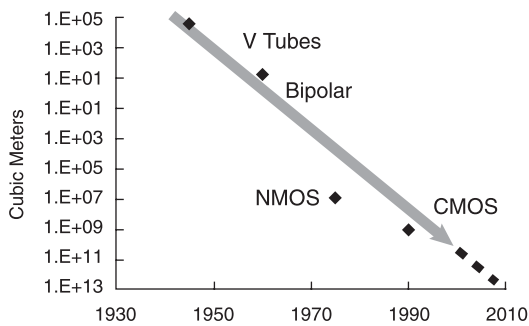
По данным Всероссийского центра изучения общественного мнения (ВЦИОМ), о нанотехнологиях слышали около 43% россиян (на 10% больше, чем в прошлом году), а 81% опрошенных считает, что нанотехнологии принесут людям поль-

зу<sup>2</sup>. При этом другой опрос, проведенный ВЦИОМ, показал поверхностный характер выявленной осведомленности о том, что такое нанотехнологии<sup>3</sup>. Что же понимается под нанотехнологиями и в чем их основное отличие от известных технологий?

<sup>1</sup> Норберт Винер (*Norbert Wiener*; 1894–1964) — американский ученый, выдающийся математик и философ, основоположник кибернетики и теории искусственного интеллекта.

<sup>2</sup> См.: Данные репрезентативного опроса ВЦИОМ жителей России «Определение уровня осведомленности россиян о нанотехнологиях и о создании ГК «Роснанотех». 2008//www.wciom.ru.

<sup>3</sup> См.: Данные опроса ВЦИОМ «Российское население и наноиндустрия: вера против логики». 2008//www.wciom.ru.



**Рис. 1.** Уменьшение размеров интегральных микросхем со временем (м³)<sup>5</sup>

Существуют, как известно, различные пространственные масштабы: макроуровень, когда мы рассматриваем объект в целом; атомарный уровень, определяющий фундаментальные характеристики вещества, и микроуровень, который задает структурно-чувствительные свойства материала. Принципиальное значение наноуровня в том, что на нем реализуются практически все важные химические и физические взаимодействия<sup>4</sup>. При этом нанотехнологии как таковые можно условно разделить на наноматериалы (органические, неорганические и гибридные), наноустройства (устройства памяти, электронные наносхемы и др.) и реализацию нанопроцессов (обработка, считывание, контроль и др.).

Международный союз чистой и прикладной химии установил, что если хотя бы по одному измерению размер объекта меньше 100 нм (0,1 мкм), то мы имеем наносистему — это и есть уровень наномасштабов. Фактически, мы можем говорить о наноуровне с момента появления наноэффектов, то есть с момента изменения фи-

зических свойств веществ, относящихся к этому уровню. Что касается нанобиотехнологий, то с точки зрения советника РАН Р. Петрова, основное их отличие от молекулярной биологии, клеточной инженерии и др. связано с возможностью конструирования<sup>6</sup>. Этот критерий относится к биологическим узнающим системам, лечебным препаратам, иммуногенам, мини-антителам, наноантителам, трансгенезу. Что касается электроники и микроэлектроники, то согласно закону Мура, сформулированном почти полвека назад, число транзисторов на кристалле удваивается каждые два года<sup>7</sup>. Уменьшение размеров чипов уже долгое время идет по пути масштабирования, то есть уменьшения размеров в определенной пропорции с использованием набора коэффициентов (рис. 1). До определенных пор масштабирование в прямом смысле было возможно, однако чем меньше становятся размеры интегральных микросхем, тем сильнее проявляются различные физические эффекты, которые раньше были настолько малы относительно всей структуры в целом, что ими можно было пренебречь. Однако Ассоциация Полупроводниковой Промышленности США (*Semi-conductor Industry Association, SIA*) надеется, что за ближайшие 10–15 лет будут найдены идеи, обеспечивающие продвижение первой фазы наноэлектроники в диапазон в десять раз меньше сегодняшнего<sup>8</sup>. Стоит заметить, что технология, о которой идет речь в нашей стране (0,13 мкм), уже активно используется на Западе.

В аналитическом докладе «Нанотехнологии выходят на большую дорогу» американского исследовательского агентства *LUX Research*, приглашенное Госкорпорацией «Российская государственная орга-

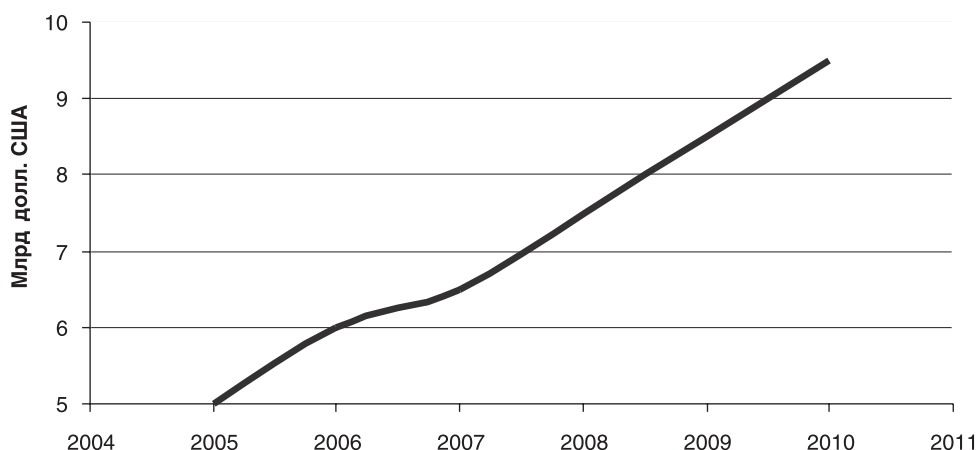
<sup>4</sup> См.: Гудилин Е. А., Третьяков Ю. Д. Фундаментальные подходы к развитию нанотехнологий, наноматериалов и подготовке кадров для наноиндустрии//Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология». 2008. №1 (57). С. 9–16.

<sup>5</sup> См.: Schekhar Borkar. Electronics Beyond Nano-scale CMOS//Microprocessor Technology Lab., Hillsboro, 2004.

<sup>6</sup> См.: [www.poisknews.ru](http://www.poisknews.ru).

<sup>7</sup> См.: Gordon E. Moore. Cramming more components onto integrated circuits//Electronics. 1965 Volume 38. Number 8.

<sup>8</sup> [www.semiconductor.com](http://www.semiconductor.com).



**Рис. 2.** Рост глобального рынка МЭМС 2005–2010 гг.  
(представлены устройства, основанные на кремнии и кварце)<sup>13</sup>

низация в области нанотехники» (ГК «Роснано-тех»), было подчеркнуто, что «нанотехнологии — это не новая отрасль мировой экономики, а средство для модернизации множества других ее отраслей»<sup>9</sup>.

В настоящее время речь идет о МЭМС<sup>10</sup> (микроэлектромеханических системах) или, как их еще называют в Европе, *MEMS*, *MST (Microsystem technology)* — некоторые считают их первой ступенью или фазой в развитии наносистем, однако как таковые микроэлектромеханические системы принадлежат к области микроэлектроники. Кроме применения в быту (мобильные телефоны, автомобильная промышленность и пр.), задачи совершенствования МЭМС-технологий совпадают с требованиями, предъявляемым к авиационной и космической технике, а именно: снижение веса при

увеличении функциональности. В аналитическом отчете фирмы *Yole Development* рынок МЭМС оценивается свыше 7 млрд долл., рост рынка по их данным составляет 15–20%<sup>11</sup> (рис. 2), что подтверждается и данными фирмы *Semiconductor Partners*, которая связывает значительный рост рынка МЭМС с производством автомобилей, бытовой техники и техники связи<sup>12</sup>.

Согласно прогнозам нобелевского лауреата Ж. И. Алферова к 2015 г. мировой рынок микроэлектромеханики составит около 1 трлн долл.<sup>14</sup> Данные западных агентств говорят о 2,9<sup>15</sup> трлн долл. к 2014 г. Вообще американские агентства склонны вести речь о нанотехнологиях уже сегодня. Так, по данным исследовательской фирмы *BCC research*, мировой рынок нанотехники в 2007 г. составил 11,6 млрд долл., а при среднегодовом приросте в 16,3% к концу 2013 г. он, по прогнозам,

<sup>9</sup> См.: *LUX Research*. Нанотехнологии выходят на большую дорогу//www.expert.ru.

<sup>10</sup> МЭМС — это множество микроустройств различной конструкции и назначения (датчики, микроактиваторы, микродвигатели и пр.), производимых с использованием модифицированных технологических приемов микроэлектроники на одном чипе. По мнению специалистов Интегрированные Сенсорные Системы (*Integrated Sensing Systems*), это новая волна полупроводниковой революции. См.: *Коровин Д.* Что такое МЭМС?//www.computerra.ru.

<sup>11</sup> См.: *Holland C.* Consumer designs set to drive MEMS adoption//www.embedded.com.

<sup>12</sup> См.: 2011 MEMS Market to Hit \$10B//www.semiconductor.net.

<sup>13</sup> См.: *Holland C.* Op. cit.

<sup>14</sup> См.: *Асеев А.* Проблемы развития нанотехнологий//www.sbras.nsc.ru.

<sup>15</sup> См.: *LUX Research*. Нанотехнологии выходят на большую дорогу.

должен составить уже около до 27,0 млрд долл. Так ли это? Академик Ю. Д. Третьяков отметил, что, несомненно, нанотехнологии принесут свои плоды, но не стоит искать от них немедленного коммерческого отклика<sup>16</sup>. По словам же директора Наноцентра МЭИ проф. Л. Н. Патрикеева, до сих пор ни в мировой, ни в отечественной науке не найдены оригинальные схемотехнические, физические и технологические идеи, которые послужили бы прорывом в развитии наноэлектроники<sup>17</sup>. Однако по крайней мере более чем 40 государств выделяют более 10 млрд долл. на развитие национальных программ по нанотехнологии, а население ожидает значительного технологического прорыва и экономической выгоды. По мнению профессора Университета Южной Каролины, США (*University of South Carolina*), являющегося также главным координатором исследовательских программ в Наноцентре Штата Южная Каролина, США (*UCS Nanocenter*) Д. Берубе (*David M. Berube*), такие вложения грозят ученым и политикам, рекламирующим нанотехнологии, потерей доверия общества.

Время покажет, связано ли это с реальным значением нанотехнологий или относится к *panem et circenses*<sup>18</sup>.

## Гонка нанотехнологий. Кто первый?

Благодаря высоким темпам развития и индустриализации технологий, современная конкуренция диктует жесткие временные условия. Обладание эффективной научно-технической программой по раз-

работке и внедрению инновационных технологий, позволяющей довести проект до изготовления промышленного образца и конечного продукта, внедрение его в массовое производство, как становится ясным, должно являться неотъемлемой составляющей национальной стратегии любой страны.

По данным консалтингового агентства *Lux Research* в 2004 г. на исследования в этой области было затрачено около 8,6 млрд долл.

Евросоюз в рамках программы развития науки активно финансирует развитие нанотехнологий. Ежегодное финансирование работ в этой области в ЕС составляет 800 млн евро. Бюджет принятой недавно программы *ENIAC* (Европейский наноэлектронный инициативный совет) на развитие инноваций в области микронитюризации новых высокотехнологичных продуктов составляет 3 млрд долл.<sup>19</sup> В США в настоящее время конгресс рассматривает вопрос о продлении действующей пятилетней программы «Национальная нанотехнологическая инициатива» (*National Nanotechnology Initiative, NNI*) с бюджетом более 500 млн долл. в год (общие затраты по программе уже составили 7,2 млрд долл.<sup>20</sup>). Руководство Китая также уделяет особое внимание изучению нанотехнологий, которые стали частью десятого пятилетнего плана страны и широко применяются во многих сферах экономики и промышленности, а объем финансирования составляет более 100 млн долл. Подобные программы активно развиваются в Японии (более 500 млн долл. в год) и Корее.

Теперь и у нас приставка «нано-» фигурирует в названиях перечня приоритетных технологий Минпромнауки России и Российской Академии Наук, появилась ГК

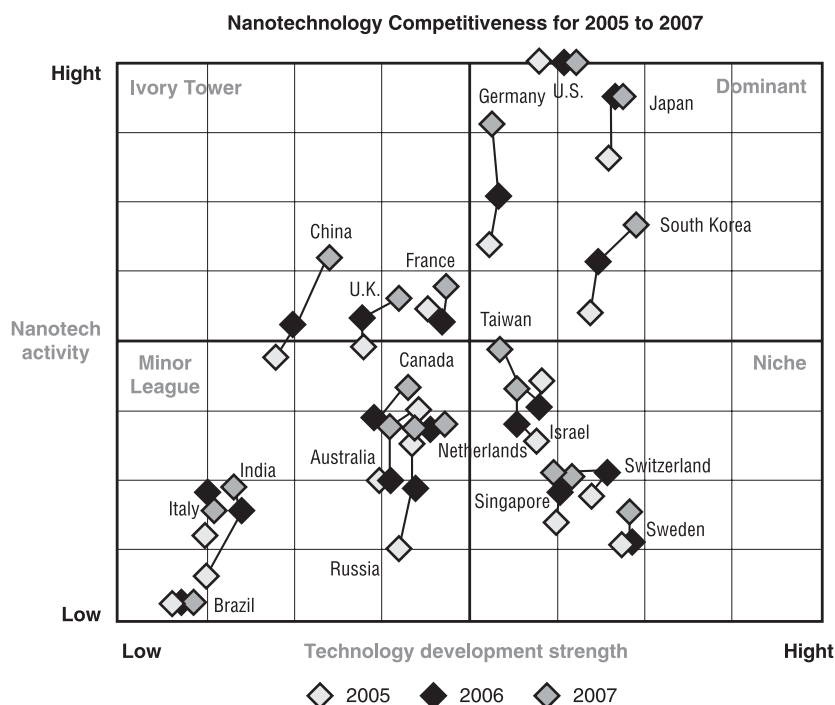
<sup>16</sup> См.: Третьяков Ю. Д. Развитие нанотехнологий — благо, блеф или грядущая катастрофа?: Лекция в центральном доме ученых РАН от 31 марта 2008 г. // [www.nanometer.ru](http://www.nanometer.ru).

<sup>17</sup> См.: Патрикеев Л. Н. Наноэлектроника: Доклад // Ежегодная научная сессия МИФИ (ГУ). 2008.

<sup>18</sup> Хлеба и зрелищ (лат.).

<sup>19</sup> Les Echos. 2008. 8<sup>ème</sup> Avril.

<sup>20</sup> См.: *LUX Research*. Ключевые тезисы выступления президента компании *LUX Research* М. Нордана // [www.nanonewsnet.ru](http://www.nanonewsnet.ru).



**Рис. 3.** Схема «четырёх квадрантов» конкуренции в области нанотехнологий 2005–2007 гг.<sup>25</sup>  
(по горизонтали — темпы технологического развития, по вертикали — нанотехнологическая активность)

«Роснанотех»; с прошлого года начала действовать государственная «Программа координации работ в области нанотехнологий и наноматериалов РФ». В 2007 г. в России было выделено около 5,5 млрд долл. (130 млрд руб.) на создание инфраструктуры нанотехники<sup>21</sup>. Привлекаются партнеры из частного сектора и инвестиционные фонды. Что касается МЭМС-технологий, то еще с середины 1990-х гг. активные разработки в этой области ведутся США, Японией, Германией, Великобританией и Францией, а также Швейцарией, Швецией, Нидерландами и Южной Кореей<sup>22</sup>, в настоящее время, по данным немецкой фир-

мы *enablingMNT*, активно в процессе участвует и Китай<sup>23</sup>.

По оценкам экспертов, в «гонке нанотехнологий» первое место принадлежит США, Японии, Германии и Южной Корее, чьи позиции являются доминирующими. Кандидатом в «высшую лигу» является также Тайвань. Во второй лиге идут Израиль, Сингапур, Нидерланды, Швейцария и Швеция, имеющие высокие темпы развития нанотехнологий. В третью лигу зачислены Великобритания и Франция, а также Китай — эти страны имеют высокую степень активности нанотехнологий, но недостаточные темпы ее технологического развития. Россия занимает место в четвертой ли-

<sup>21</sup> См.: *Wilson D.* Intel inks Russian agreement for sub-45nm research//www.eetimes.com.

<sup>22</sup> См.: *Materials//Science & Engineering.* 1998. 51B. P. 255.

<sup>23</sup> См.: *China moves MEMS/Microsystems from low cost to high value*//www.smalltimes.com.

<sup>24</sup> См.: *LUX Research.* Нанотехнологии выходят на большую дорогу.

ге вместе с Канадой, Австралией, Индией и другими странами, пока проигрывая по всем направлениям<sup>25</sup>. На схеме (рис. 3) отчетливо видны тренды от брошенного три года назад «вызова» Тайваня и Китая, которые добились за это время значительных успехов.

Общие тенденции, создание государственных программ, международные соглашения показывают, что конкуренция в сфере нанотехнологий и высоких технологий в целом носит не только экономический, но и политический характер. Такая надэкономическая конкуренция, когда конкурируют уже не отдельные фирмы, а целые государства, требует от государств-участников не только сильных программ научно-технического характера, но и продуманных способов приводить в действие и управлять механизмами международного сотрудничества.

В отчете *LUX Research* было отмечено, что при тех же темпах развития уже к 2010г. Россия сможет перейти и в доминирующий квадрант. Позже это же агентство упомянуло, что доминирующие позиции США в области нанотехнологии пошатнулись<sup>26</sup>. Безусловно, в условиях современной конкуренции и высоких темпов развития и совершенствования технологии национальная инициатива России должна иметь наивысший государственный приоритет и соответствующее финансирование. Однако сложная экономическая ситуация для частного сектора и постоянный вопрос ученых «Откуда где взять деньги?» были и остаются основным бичом нашей страны. Пока страна не способна внедрить даже разработки в области микроэлектроники и МЭМС, мы не можем говорить о нанообласти, которая требует гораздо большего. Год работы ГК «Роснотех» показал практическую невозмож-

ность поставить на поток научные разработки<sup>27</sup>.

### Стратегическое значение нанотехнологий

Однако почему нанотехнологии так популярны? Стратегическое значение нанотехнологий заключается в создании материалов и продуктов, которые невозможно произвести никаким другим способом. Как полагают аналитики, развитие на их основе всех стратегически и конкурентно важных в настоящее время отраслей науки и техники и решение существующих проблем человечества в таких областях, как аэрокосмическая и оборонная промышленность, информационные технологии и электроника, медицина и здравоохранение, энергетика и экология, материалы и обработка, биология и сельское хозяйство позволят не только создать принципиально новое индустриальное производство, но и в разы повысить экономический потенциал. Чтобы понять, о чем идет речь, приведем некоторые примеры.

*Аэрокосмическая и оборонная промышленность.* Создание веществ с диапазоном температур до 3000°C позволят развить моторостроение, создание композиционных материалов (комбинации из двух и более материалов), которые дадут прогресс в аэродинамике, полимерных композитов и нанокompозитов с «умножением» свойств — новых конструкционных материалов, жидких наноматериалов для охлаждения атомных реакторов и специфических наноматериалов для авиационной и космической техники.

*Информационные технологии и электроника* (предполагаемые страны лиде-

<sup>25</sup> Там же.

<sup>26</sup> См.: *LUX Research*. Ключевые тезисы выступления президента компании *LUX Research* М. Нордана.

<sup>27</sup> См.: Данные опроса ВЦИОМ жителей России «Наночудеса задерживаются» 2008//www.wciom.ru.

ры — Япония, Китай<sup>28</sup>). Создание магнитной среды со сверхвысокой плотностью записи и дисплеев из органики, создание нано- и биокомпьютеров (после 2016г.) и информационных терминалов, создание сверхлегких и сверхпрочных конструкционных материалов, коррозионностойких материалов и сверхпроводящей керамики, создание фотоэлектронных преобразователей, наноманипуляторов, функциональных оптоэлектрических приборов и новых полупроводниковых приборов, производство устройств со сверхплотной компоновкой, создание технологии нанокристаллов и технологии двумерных кристаллов, создание модифицированных нанотрубок.

*Медицина и здравоохранение* (предполагаемые страны лидеры — США, Франция Швейцария; объем мирового рынка к 2025г. — 50 млрд долл.<sup>29</sup>): создание нановакцин и новых лекарственных препаратов на базе наноматериалов с адресной доставкой лекарств в организме, создание лекарств против рака<sup>30</sup>, создание нанодиагностики и индивидуальной медицины в рамках здравоохранения, в рамках нанобионики создание компонентов для кровезаменителей, создание биодатчиков и биосовместимых материалов, применение биологических и медицинских наносистем, разработка новых восстанавливающих методик и методик снижения веса.

*Энергетика и экология* (при прогнозируемом снижении уровня добычи нефти и увеличении объема потребления человечеством энергии на 60 % можно оценить объем мирового рынка энергетике): создание аккумуляторов водорода, наноконструкций для автомобилестроения, топливных и солнечных батарей и светоизлучающих устройств с высоким КПД, наноробототехни-

ки, разработка новых типов фотодиодов для энергетики, создание биодатчиков, биосовместимых материалов, создание технологии связывания  $CO_2$  и технологии разложения фреонов, создание разделительных мембран, разработка процесса искусственного фотосинтеза (по прогнозам — к 2017г.) и наночистот для изотопов (по прогнозам — к 2025г.).

*Материалы и обработка* (к 2013г. наноматериалы будут составлять 87 %<sup>31</sup> мирового рынка, объем мирового рынка наноматериалов к 2025г. — 100 млрд долл.<sup>32</sup>): получение ультрадисперсных наноматериалов, повышение прочности стали, получение металлических нанокатализаторов, производство нанотрубок и фуллеренов, создание дисплеев из органики, создание наностекла и нанопроволоки, волокон из углеродных нанотрубок и нанокристаллических оптических устройств, создание сверхпроводников, «синергетических» керамических материалов и «регулируемых» оптических волокон, создание новых сортов стали и магнитных сред, создание «высокоэнергетических» биомиметиков и оптических наноматериалов, сверхпроводящей керамики и коррозионностойких материалов, освоение промышленного выпуска новых материалов, создание скоростной измерительной аппаратуры с высоким разрешением и аппаратуры для сверхточной обработки поверхности с молекулярной точностью, использование микромашин и микродвигателей, создание нанолазеров и использование сверхдальнего УФ-излучения<sup>33</sup>.

*Биология и сельское хозяйство* (предполагаемые лидеры — США, Япония, Китай, основной рынок сбыта — страны Азии<sup>34</sup>; объем мирового рынка пищевых продук-

<sup>28</sup> См.: World demand for nanomaterials to reach \$4.2 billion by 2011//www.nanotechwire.com.

<sup>29</sup> См.: World demand for nanomaterials to reach \$4.2 billion by 2011.

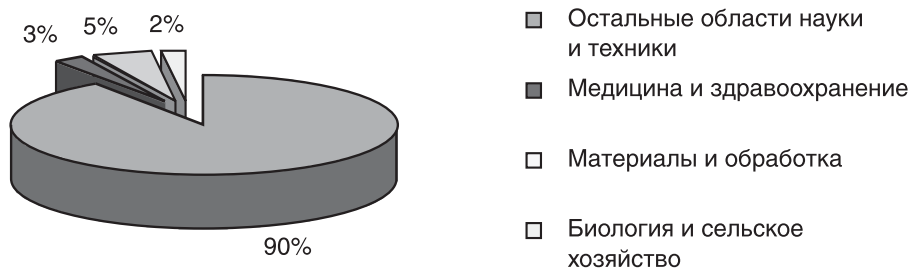
<sup>30</sup> См.: The Washington Post. 2008. 24<sup>th</sup> April.

<sup>31</sup> См.: Global market for nanotechnology slated for high growth through 2013//www.smalltimes.com.

<sup>32</sup> См.: World demand for nanomaterials to reach \$4.2 billion by 2011.

<sup>33</sup> См.: Патрикеев Л. Н. Указ. соч.

<sup>34</sup> См.: The Guardian. 2008. 26<sup>th</sup> March.



**Рис. 4.** Распределение долей мирового рынка нанотехнологий по областям к 2025 г.

тов и упаковки к 2010 г. — 20,4 млрд<sup>35</sup>, а к 2025 г. — выше 40 млрд долл.): трансгенное наноконструирование, создание биоматериалов и биологических пестицидов, создание биодатчиков и биосовместимых материалов, анализ и моделирование полимерных сеток и наносистем, и наноробототехника.

Подставляя известные цифры, а также общий прогнозируемый объем рынка, равный 1–2,9 трлн долл. (для расчета возьмем среднее прогнозируемое значение, равное примерно 2 трлн долл.), получаем картину распределения долей мирового рынка нанотехнологий по областям к 2025 г. (рис. 4). Вероятно остальные области науки и техники, а это соответственно аэрокосмическая и оборонная промышленность, энергетика и электроника, станут основными «потребителями» новых технологий.

Станут ли такие достижения возможны в ближайшее время или нанобудущее останется лишь на страницах книг писателей-фантастов, можно будет судить уже через несколько лет.

### Кто устанавливает правила, тот владеет рынком

Итак, объем мирового рынка наноиндустрии оценивают в 1–2,9 трлн долл., вопрос времени создания нанотехнологий составляет предположительно 10–15 лет. Из них спрос в мире только на наномате-

риалы, по исследованиям аналитической фирмы *Freedonia Group Inc.*, в 2011 г. составит 4,2 млрд долл., а в 2025 г. — около 100 млрд долл.<sup>36</sup> Кто будет обладать этим рынком или хотя бы его частью в случае его создания получит колоссальное преимущество и экономическую выгоду. Необходимо отдавать себе отчет и в том, что развитие этих и других направлений в условиях современной конкуренции и информатизации общества может стать не только основополагающим фактором экономического развития, но и краеугольным камнем политического влияния и распределения сил на мировой арене. Что будет дальше, зависит от многих факторов, в частности от возможности развития инновационных технологий, использования имеющихся преимуществ (табл. 1) и создания промышленной индустрии для создания конечного продукта, конкуренция в научной области связана, прежде всего, со стратегическим планом и его эффективной реализацией.

Однако развитию нанотехнологий в России препятствуют многие факторы, которые заметно снижают показатели конкурентоспособности (табл. 3).

Первым шагом в решении проблем инвестирования и создания системного подхода является совместное финансирование примерно в равных долях проектов по

<sup>35</sup> См.: Helmut Kaiser Consultancy. 2008. Februar.

<sup>36</sup> См.: World demand for nanomaterials to reach \$ 4.2 billion by 2011.



Таблица 1

## Конкурентные преимущества России и пути их использования

Преимущества	Пути использования
<ul style="list-style-type: none"> <li>— конкурентоспособные успехи в области создания МЭМС (MST)</li> <li>— достижение некоторых научных и практических результатов в промышленности по наноматериалам</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— извлечение экономической прибыли путем коммерциализации разработок</li> <li>— использование для мотивации кадров и научной общественности в целом на новые достижения в сфере инноваций</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>— высокий уровень фундаментальных исследований, в том числе в вузах</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— привлечение научных групп и коллективов для решения отраслевых проблем и участия в инновационных проектах</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>— насыщенность Москвы, Санкт-Петербурга и периферии заказами</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— получение новых заказов путем поддержания существующих связей и взаимодействия с заказчиками</li> <li>— образования новых связей и решения проблем взаимодействия при создании необходимых условий</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>— проявление интереса молодых ученых к нанотехнологиям (благодаря рекламе и продвижению информации в массы)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— формирование условий для реализации потенциала молодых ученых, в т.ч. создание вакантных мест с достойной оплатой труда</li> </ul>

нанотехнологиям в рамках частно-государственного партнерства<sup>37</sup>.

По словам нобелевского лауреата, академик Ж. И. Алферова, в случае отставания России или неумелого внедрения нанотехнологических открытий нашей стране придется платить двойную цену: сначала за разработку, а после — на приобретение изделий. Как это произойдет, можно увидеть уже сегодня. Узкоспециальные достижения отдельных ученых, доведенные до опытного образца и даже продемонстрированные, находят западного покупателя, который, как правило, сам назначает им цену. Отсутствие конечного продукта и промышленного производства полного цикла: от создания микросхем до изготовления устройства в целом не позволяют России войти на мировой рынок высоких технологий в качестве сильного игрока и оставляют ее на положении сырьевого

и технологического придатка. Федеральная целевая программа (ФЦП) на 2008–2015 гг. «Развитие электронной компонентной базы и радиоэлектроники» с бюджетом 187 млрд руб. (бюджетное финансирование составит около 110 млрд руб.) предполагает создание современной инфраструктуры высокотехнологичной радиоэлектронной отрасли промышленности уже к 2015 г.<sup>38</sup> Однако при практически полном отсутствии не только индустрии высоких технологий, но и технологий вообще, время создания и объем средств для этого представляется более чем значительный. При этом в России сохраняются ниши для зарубежных фирм. Как следствие, при невозможности в дальнейшем индустриализовать пусть даже созданный интеллектуальный потенциал и поставить на конвейер изготовление новейших устройств, Россия рискует оказаться на обочине мировой цивилизации.

<sup>37</sup> См.: Частные инвестиции в важнейшие инновационные проекты опередили госвложения более чем на 700 млн рублей: Интервью с главой Федерального агентства по науке и инновациям С. Н. Мазуренко от 24 апреля 2006 г. // www.fcinfo.ru.

<sup>38</sup> Правительство РФ утвердило постановлением от 26 ноября 2007 г. №809 концепцию программы «Развитие электронной компонентной базы и радиоэлектроники» на 2008–2015 гг.

## Спасательная лодка в море информации или кто сможет принять верное решение

В наше время необъемлемой частью конкуренции является своевременная информированность о том или ином вопросе и ситуации в целом, особенно это касается современных технологий, уследить за развитием которых без вспомогательных средств представляется чрезвычайно сложным. При этом важны не отдельные данные, а возможность структурирования и ранжирования таким образом и в таком формате, который позволил бы принимать на их основе максимально адекватные и стратегически верные решения. Такая система сбора и обработки информации, в какой бы области науки, техники или бизнеса не была бы задействована, дает реальное преимущество тем, кто ей обладает. Порой исчерпывающая информация, которую можно получить из СМИ бывает подана таким образом, чтобы сформировать у общества определенный взгляд на событие, мнение о человеке и пр. Однако та же самая информация, будучи структурирована определенным образом, может дать совсем иную картину. Создание такой системы в национальных интересах отвечает, безусловно, и принципам национальной безопасности. А быстро меняющаяся ситуация в области нанотехнологий требует быстрого принятия стратегически важных решений. Кроме того, система позволила бы правильным образом распределить финансирование между различными проектами, обеспечив этим максимальные результаты.

В Европе для обеспечения независимой и постоянной поддержки лиц, принимающих решения в области нанотехнологий, создан проект НАНО Обсерватория (*ObservatoryNANO*)<sup>39</sup> с последующим соз-

данием консорциума Европейская Обсерватория по нанотехнологиям (*European Observatory*), цель которого — разработка методологии, обеспечивающей выдачу максимально точных показателей социально-экономического вклада нанотехнологий. Проект касается сбора и анализа информации о научно-технических тенденциях, что касается патентов, планов-графиков (*roadmaps*), публикаций фирм и отдельных авторов. Также в рамках проекта будет проводиться анализ рынка с учетом экономических показателей тех или иных областей науки и техники, стратегии государств и частного финансирования, будут охвачены проблемы стандартизации и законодательные аспекты. Интегральный подход включает в себя установление связей с международными организациями такими как Европейское патентное ведомство (*EPO*), Организация экономического сотрудничества и развития (*OECD*), Международная организация по стандартизации (*ISO*) и с соответствующими Европейскими техническими платформами и другими проектами, финансируемыми Евросоюзом для исключения дублирования.

Такие исследования не только обеспечат более успешно работать по пути конкурентоспособных, высокотехнологичных и высококачественных продуктов, но и помогут инновационному прорыву.

## Распределение сил на мировой политической арене

До недавнего времени развитие новых технологий неразрывно было связано с развитием военно-промышленной базы. Хотя нынешнее общество, законодательно демонстрирует стремление перековать мечи на орало, необходимо понимать, что от этого зависит не только экономическое положение страны, но и национальная безопасность. Новое оружие может быть существенным аргументом в диалоге государств.

<sup>39</sup> Сайт НАНО Обсерватории (*ObservatoryNANO*) — [www.observatorynano.org](http://www.observatorynano.org).

Таблица 2

**Сравнительная таблица возможностей ядерного и потенциального нанооружия**

Критерии оценки	Ядерное оружие	Оружие на базе нано
Наличие международного контроля	Есть	Нет
Количество стран, имеющих доступ к технологиям	8–9	Более 50
Гонка технологий вооружения	Есть	Вероятна
Опасность поражения	Большая	Непредсказуемо
Влияние на здоровье и окружающую среду	Большое	Непредсказуемое
Опасность использования терроризмом	Существует	Непредсказуема

Такая тенденция проявлялась в периоды Второй мировой войны, холодной войны, которым мы, фактически, обязаны созданием не только мощнейшего оружия, но и прорывом в космос, созданием глобальных информационных сетей.

Сейчас в ядерную восьмерку входят США с 1945г., Россия (Советский союз) — с 1949г., Великобритания — с 1952г., Франция — с 1960г., Китай — с 1964г., Индия — с 1974г., Пакистан — с 1998г. и КНДР — с 2006г. Однако, возможно, ядерное оружие есть и у Израиля, по словам бывшего президента США Джимми Картера, арсенал Израиля составляет 150 единиц ядерного оружия<sup>40</sup>, хотя ранее подобные заявления ни со стороны США, ни со стороны Израиля не делались.

История показывает, что не только конкуренция в сфере экономики и производство товаров потребления должны быть предметом обсуждения в современном обществе, но и возможное перераспределение сил.

Международные соглашения, государственные целевые программы и многое другое говорит о том, что современная конкуренция в сфере нанотехнологий и инновационных технологий напомина-

ет больше военную гонку, политическую, а не экономическую конкуренцию, в связи с чем мы уже не можем говорить о свободной конкуренции, а должны рассматривать стратегии государств-игроков в целом. Предполагаемая гонка нанооружия могут оказаться непредсказуемой (табл. 2).

На наш взгляд, нанотехнологии являются лишь естественным процессом развития науки (нанозлектроника — естественное продолжение микроэлектроники). Однако стоит отдавать себе отчет, что развитие науки в целом является основополагающим фактором становления экономики и укреплению позиции страны на мировой политической арене и в связи с этим требует анализа положения страны в целом (некоторые размышления по поводу проблем и пути их решения приведены в табл. 3).

Открытым остается и вопрос промышленного шпионажа. В России такой вопрос стал более чем возможен с разрушением силовых структур после перестройки, когда созданные за долгие годы научно-технические разработки были переданы заинтересованным сторонам. Сейчас с «утечкой мозгов» на Запад безвозвратно уходят и разработки, и экспериментальные образцы. Российские высококвалифицирован-

<sup>40</sup> См.: The Times. 2008. 25<sup>th</sup> May.

Таблица 3

## Анализ проблематики развития инновационной сферы в России

Проблемы	Пути решения
<b>Индустриализация</b>	
<p>— отсутствие промышленного производства полного цикла: от микросхемы до устройства и, как следствие, отсутствие практического внедрения результатов исследований и полученных разработок (<i>40–45% разработок программных продуктов в РФ делаются в интересах иностранных фирм</i>). В связи с этим государственные вложения в формирование кадров, проведение научных исследований и создание разработок оказываются в целом бесплодными. При этом в связи с «утечкой мозгов» результатами вложений пользуются западные страны;</p> <p>— высокая стоимость создания новых производств (возросла за 10 лет с 2 млрд до 5 млрд долл.)</p>	<p>— приоритет финансирования формирования промышленности полного цикла на базе существующих предприятий;</p> <p>— планирование целевого финансирования на развитие основных отраслей промышленности при принятии последующих федеральных бюджетов</p>
<p>— отсутствие переориентации оборонной промышленности на гражданскую (<i>сегодня важным потребителем микроэлектронной промышленности являются не армия, а население</i>)</p>	<p>— перенос акцента на гражданскую продукцию;</p> <p>— создание промышленных программ для близких областей промышленности</p>
<p>— высокая цена энергоресурсов (<i>за 10 лет индустриализации Китай увеличил потребление электроэнергии с 5,5% от мирового потребления до 8% в 2004 г.</i>)</p>	<p>— следование государственным энергетическим программам в национальных интересах</p>
<p>— отсутствие в РФ необходимого для развития оборудования</p>	<p>— совместная работа с Китаем (в России нет необходимого оборудования, в Китае нет инновационных идей);</p> <p>— сотрудничество с профильными иностранными компаниями;</p> <p>— покупка иностранного оборудования для последующего его совершенствования и собственного промышленного изготовления</p>
<p>— уменьшение процента выхода годных изделий (<i>процент выхода годных с 90% при 0,8 мкм падает до 60% на 0,09 мкм</i>)</p>	<p>— создание и опора на дизайн-центры<sup>42</sup></p>
<b>Финансирование</b>	
<p>— сложность инвестирования частным сектором долгосрочных проектов (<i>окупаемостью свыше 10 лет</i>)</p>	<p>— инвестиции государства в долгосрочные проекты (<i>окупаемостью свыше 10 лет</i>);</p> <p>— система государственных заказов</p>

<sup>42</sup> См.: Патрикеев Л. Н. Указ. соч.

Продолжение табл. 3

Проблемы	Пути решения
<ul style="list-style-type: none"> <li>— отсутствие желания у российских инвесторов вкладывать средства в инновационные проекты в связи с возможным риском;</li> <li>— отсутствие оценки рисков до начала производства</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— продуманная мотивация отдельных предпринимателей инвестировать в краткосрочные проекты;</li> <li>— оценка риска и составление подробного бизнес-плана до начала производства;</li> <li>— продуманные налоговые и иные льготы для инвесторов и инновационного бизнеса в целом;</li> <li>— эффективная модели поддержки от банков и инвесторов и инвестиционных программ</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>— конкуренция в сфере получения иностранных инвестиций: Индия, Китай и Израиль более выгодны для инвестиций (стоимость программного продукта в США — 1,0; в России — 0,3; в Индии — 0,21; в Китае — 0,25)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— выгодные обеим сторонам условия при получении иностранных инвестиций</li> </ul>
<b>Управление инновационной сферой</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>— сложная для развития инноваций экономическая ситуация</li> <li>— большое влияние мировой экономики (экспансия в офшоры — Китай, Тайвань, Сингапур)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— единая национальная экономическая политика;</li> <li>— национальная стратегия в сфере инноваций;</li> <li>— системный подход: объединение усилий государства, ученых и предпринимателей;</li> <li>— использование опыта стран — лидеров в системном развитии;</li> <li>— разумное отношение ко Всемирной Торговой Организации (ВТО)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>— отсутствие необходимого менеджмента для управления инновационной сферой</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— выработка эффективных организационных форм менеджмента;</li> <li>— создание системы сбора и обработки информации для своевременного выбора направлений и принятия решений в научно-технической сфере</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>— недостаточно эффективная практика управления инновационной сферой</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— разбюрокрачивание практики управления инновационной сферой;</li> <li>— гласность в постановке задач и приемке работ;</li> <li>— проведение исследований в области нанотехнологий не отдельными академическими институтами, вузами, а в рамках отраслевых программ;</li> <li>— создание мер защиты прав на интеллектуальную собственность</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>— отсутствие достаточной поддержки инновационного бизнеса и предпринимательства в целом со стороны государства (<i>развитию мешают такие факторы, как бюрократия, взяточничество, создание условий конкурсов (тендеров) для победы узкого круга лиц</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— выдача субсидий, разумные риски;</li> <li>— поддержка и защита инновационного бизнеса от бюрократических проволочек и взяточничества;</li> <li>— возможность научных центров учреждать малые предприятия</li> </ul>

Продолжение табл. 3

Проблемы	Пути решения
<p>— отсутствие концепции интеграции (потребитель хотел бы иметь все в одном устройстве: в часах, на ремне, в ботинках — дешево, модно, удобно)</p>	<p>— проведение маркетинговых исследований, в том числе исследование потребительского рынка и потребительских запросов и определение основных конкурентов (включая использование системы сбора и обработки информации);</p> <p>— создание эффективной маркетинговой политики продвижения российской продукции на международном рынке;</p> <p>— создание новой философии конструирования: от чипа к функциональным устройствам;</p> <p>— создание устройств — систем с перепрограммированием для потребительского рынка</p>
<b>Военная безопасность</b>	
<p>— опасность нанооружия (количество стран на планете, имеющих доступ к нанотехнологиям, может оказаться несоизмеримо больше числа ядерных наций);</p> <p>— гонка нанооружия;</p> <p>— угроза войн и региональных конфликтов</p>	<p>— расширение разведки в области инноваций для защиты национальных интересов и предотвращения возможных конфликтов (в том числе использование системы сбора и обработки информации);</p> <p>— создание оборонных систем и комплексов и иных возможных мер защиты;</p> <p>— укрепление позиции страны на мировой политической арене</p>
<p>— отсутствие международного контроля над использованием нано;</p> <p>— отсутствие системы законов по использованию нано и инноваций в целом</p>	<p>— постановка задачи жесткого контроля над использованием нано в международных кругах;</p> <p>— создание системы законов по использованию нано и инноваций в целом</p>
<b>Охрана здоровья и окружающей среды</b>	
<p>— возможный риск наночастиц для здоровья и окружающей среды;</p> <p>— загрязнения при получении наноматериалов. «Не станут ли удивительные материалы удивительными загрязнителями?»<sup>43</sup></p>	<p>— изучение риска наночастиц для здоровья и окружающей среды (этой проблемой уже сейчас занимается европейский центр нанотоксикологии (Eurorean Center for Nanotoxicology) в г. Грац, Австрия<sup>44</sup> прошла конференция и у нас в НИИ медицины труда РАМН<sup>45</sup>)</p>

<sup>43</sup> См.: Данные Массачусетского технологического университета Децири Плата (Desiree Plata) // sciencedaily.com.

<sup>44</sup> См.: Der Standars. 2008. 23<sup>re</sup> Marz.

<sup>45</sup> См.: Огонек. 2008. № 17. С. 42–44.

Продолжение табл. 3

Проблемы	Пути решения
<b>Изменение «философии» труда</b>	
— давление старого наследия — работа на оборонную промышленность в рамках государственных заказов	— изменение «философии» труда. При всей важности, во-первых, поддержки и финансирования государством оборонной промышленности и, во-вторых, поддержки в национальных интересах инновационной сферы в целом финансовым и законодательным образом политика государства также должна включать в себя программы переориентации работников отраслей на создание гражданской продукции в целях получения прибыли, и, как следствие, поддержку инноваций и экономическое развитие страны
— экономия производителей; — конкуренция с западными и иными аналогами происходит на ценовом уровне	— коммерциализация проектов; — выдача производителям субсидий на инновационные проекты; — поддержка и продвижение инновационных разработок на государственном уровне
— отсутствие или недостаточная промышленная активность	— стимулирование активной работы в области информационных технологий, биологических наук, энергетики, экологии, материаловедения и др.; — дальнейшее повышение информированности населения об инновационной сфере, маркетинговая политика, использование СМИ; — использование инициативы молодых ученых и предпринимателей; — создание условий для реализации потенциала молодых ученых и предпринимателей
— отсутствие разумной «агрессивности» у компаний	— разработка и проведение специальных семинаров и тренингов для сотрудников компаний
<b>Кадровая политика</b>	
— слабость прикладных НИР	— осуществление обучения сотрудников по специально разработанным программам; — поддержка передовых научно — образовательных инициатив
— узкий спектр фундаментальных работ по поиску новых решений	— расширение фундаментальных работ по поиску физических, схмотехнических и технологических и иных инновационных решений; — решение организационно-технологических вопросов и определение важнейших научных направлений исследований в области нанотехнологий и инноваций в целом

Окончание табл. 3

Проблемы	Пути решения
— общее постарение научных кадров (в Санкт-Петербурге 95% профессоров — люди пенсионного возраста)	— повышение объемов подготовки инженерных кадров и кадров в области экономики и интеллектуальной собственности; — срочные инвестиции в вузы для активной подготовки кадров; — финансирование инструментария науки и образования. Рост объемов подготовки инженерных кадров
— «утечка мозгов»	— использование варианта бесплатного образования с последующей отработкой на местах; — создание вакантных мест для высокооплачиваемых специалистов
— практическое отсутствие знаний, необходимых для работы с интеллектуальной собственностью	— обучение сотрудников работе с интеллектуальной собственностью, пересмотр научно-образовательных программ
— отсутствие кадров для управления инновационной сферой	— создание и обучение управленческих кадров по специальным программам

ные специалисты работают и в США, Германии, Японии, других странах.

Отметим также, что страной в целях национальной безопасности при создании стратегически важных объектов должна использоваться не закупленная на Западе, а собственная элементная база, которая бы позволила максимально гарантировать «чистоту» и работоспособность. Отсутствие собственных разработок (например, процессоров) и поставка на военное оборудование (например, подлодок) западных образцов, которые могут быть снабжены дополнительными модулями (например, с возможностью управления на расстоянии) или просто быть выполненными по чуть другой технологии, ставят страну под потенциальную угрозу.

С этим связано перераспределение сил и изменение положения стран на мировой политической арене, а в современном ми-

ре — и открытие новых возможностей международного терроризму.

## В качестве заключения

Надэкономическая конкуренция между государствами, включающая не только экономические, но и политические аспекты — вот что представляет собой конкуренция в сфере новых технологий. Экономические показатели, такие как объем мирового рынка наноиндустрии, который оценивают в 1–2,9 трлн долл.<sup>41</sup> и вопрос времени создания нанотехнологий, который предположительно составляет 10–15 лет требуют от государства четкой стратегии и устойчивого финансирования. Обладание рынком или долей рынка инноваций даст ко-

<sup>41</sup> Асеев А. Указ. соч.



лоссальное конкурентное преимущество и экономическую выгоду. При этом от развития научно-технической базы зависит не только место и доля на рынке высоких технологий, но и положение страны в целом на мировой политической арене, а также национальная безопасность. Создание эффективной стратегии, увеличение финансирования и приток молодых кадров, безусловно, дадут определенный толчок развитию отечественной науки и технологии в целом. Остается надеяться на то, что те рамки, в которые будет поставлена наука, не обрекут ее на тупиковый путь подмены инновационного прорыва набором пусть прекрасных, но неэффективных достижений. Будут ли это нанотехнологии в том виде, в каком мы сейчас их представляем? Сегодня вряд ли можно дать однозначный ответ на этот вопрос.

## Литература

1. Гудилин Е. А., Третьяков Ю. Д. Фундаментальные подходы к развитию нанотехнологий, наноматериалов и подготовке кадров для nanoиндустрии // Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология». 2008. № 1 (57).
2. David M. Foray. Nanohype. The truth behind the nanotechnology buzz. Amherst, N. Y.: Prometheus Books. 2006.
3. LUX Research. «Нанотехнологии выходят на большую дорогу» // Эксперт. 2008. № 15 (604).
4. Нанотехнологии в мире. 2008. Вып. № 1.
5. Третьяков Ю. Д. Развитие нанотехнологий — благо, блеф или грядущая катастрофа? Лекция в центральном доме ученых РАН от 31 марта 2008 г. // www.nanometer.ru.
6. Данные репрезентативного опроса ВЦИОМ жителей России «Определение уровня осведомленности россиян о нанотехнологиях и о создании ГК «Роснанотех»». 2008 // www.wciom.ru.

Статья поступила в редакцию 18.08.2008

*D. Borsuk, Postgraduate Student, Strategic and Financial Management Chair, Moscow University of Industry and Finance*

*M. Bulusheva, Head, Marketing Department, Master Telecom co., Postgraduate Student, Microelectronics and Nanoelectronics Chair, Moscow Institute of Engineering and Physics (State University), Full Member of the Youth Section, Forecast Academy (Russian Branch of the International Future Research Academy)*

## A STRATEGY AIMED AT INCREASING THE MODERN RUSSIAN NANO-INDUSTRY COMPETITIVENESS LEVEL

Three scientific and industrial revolutions (SIR) have taken place for the last 200 years. They have changed peoples' views on many of the subjects pertaining to various scientific and technical fields, and have brought about the present arrangement of forces in the world politics and economics. The first SIR and invention in 1769 of a steam engine by the Scottish engineer James Watt are inextricably intertwined. The revolution has initiated the strengthening of the English state position and has turned the Pound Sterling into the main world reserve currency of the 18th and 19th century. The second SIR of 1948 is associated with the name of Norbert Wiener. It created prerequisites for the creation of today's information systems and predetermined the US leadership on the IT market. The emergence of the nuclear weapons of mass destruction determined the content and the composition of the post-WWII world political arena.

The third SIR is a characteristic of the current period. 'What results will it bring on a global scale? What changes will it bring to the modern world?' — These are the questions the Russian and foreign scientists are trying to find the answers to today.