

НАНОТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ НАЦИОНАЛЬНЫХ ПРИОРИТЕТОВ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ

Рассматриваются возможности стимулирования технологического развития на примере нанотехнологий. Анализируются государственные инициативы США, ЕС и России.

Ключевые слова: технологическое развитие, нанотехнологии, государственные инициативы.

Американский физик, лауреат Нобелевской премии Ричард Фейнман в 1959 г. высказал главную идею нанотехнологии – формировать сущности, совершенные и не имеющие дефектов, на атомарном уровне. «Если бы меня спросили, какая область науки может обеспечить нам прорыв в будущее, я бы назвал нанотехнологии» [1]. Создание и массовое распространение нанотехнологий считается новой революцией в науке и технике, сравнимой с появлением электричества или информационных технологий. Нанотехнологии относятся к ядру нового, шестого технологического уклада (наряду с биотехнологиями, мембранными и квантовыми технологиями, фотоникой, микромеханикой, термоядерной энергетикой). По прогнозам, фаза распространения новых технологий завершится к 2020-м гг., а фаза зрелости – в 2040-е гг. Уже в 2009 г. мировой рынок товаров, созданных при помощи нанотехнологий, составил 254 млрд долларов, ожидается, что к 2015 г. он достигнет величины в 1 трлн долларов, а к 2020 г. его объем будет равен 3 трлн долларов¹.

Хотя такая позиция не только широко распространена в общественном сознании, но и поддерживается усилиями государственной политики в странах – лидерах технологического и инновационного развития, существуют определенные сомнения в безусловном доминировании нанотехнологий в будущем, в их возможностях так же сильно изменить экономику и общество, как это сделали информационные технологии.

Какие же аргументы выдвигают эксперты? Они относятся к нескольким сферам: 1) собственно к содержательным аспектам нанотехнологий; 2) к возможностям отдельных стран стимулировать развитие нанотехнологий; 3) к возможностям освоения этих технологий, т. е. насколько существующая экономика готова воспринять и продуктивно использовать нанотехнологии и нанопродукты, а также готово ли общество принять риски, связанные с развитием нанотехнологий.

Понятие нанотехнологий

Разнообразные оценки перспектив развития рынка нанотехнологий вызывают сомнения уже из-за чрезвычайной разнородности технологий и продуктов, которые объединяют понятием «нано».

¹ Innovations in Nanotechnology at the NSECs and NNIN. Highlights of Achievements. June 2011. National Science Foundation. URL: www.cein.ucla.edu/PDFs/NSF-report-NSEC-NNIN-June-2011.pdf

Термин «нанотехнологии» интуитивно понятен, но его строгого и однозначного определения, разделяемого большинством, пока не создано. Более того, примерно с одинаковой частотой используются как синонимы «нанотехнологии», «нанотехнологии и нанопродукты», «нанотехнологии и наноматериалы». Среди отечественных авторов прослеживается дискуссия на тему о том, входят ли в состав нанопродуктов традиционные продукты, но созданные с использованием нанотехнологий. В частности, использование при окраске автомобиля нанокраски делает ли автомобиль нанопродуктом? На международном уровне также пока отсутствует «гармонизированное» определение нанотехнологий. Отметим, что такого рода дискуссии не являются чистой схоластикой, так как толкование терминов в области нанотехнологий и их юридически приемлемое определение в существенной степени влияют на систему технического регулирования, на требования по защите потребителей, наконец, на место страны в технологической гонке.

В самом общем смысле нанотехнологии представляют собой различные операции с объектами наномира (молекулами и атомами) и включают изображения, измерения, моделирование и манипулирование с этими объектами. Нанотехнологии охватывают создание и использование материалов, устройств и технических систем, функционирование которых определяется наноструктурой, т. е. ее упорядоченными фрагментами размером от 1 до 100 нанометров. Например, толщина листа бумаги равна примерно 100 тысячам нанометров. Нанотехнологии имеют междисциплинарный характер, они охватывают науку, проектирование и инжиниринг и собственно технологии. Особенность нанотехнологий – это высокая наукоемкость и затратность, необходимость использования современного дорогостоящего оборудования (нанотехнологии вообще стали реальностью благодаря «инструментальной революции» – созданию высокоразрешающей электронной микроскопии), а также длительность и сложность коммерциализации результатов исследований и разработок.

Аргументы в поддержку нанотехнологий как будущей глобальной, базовой технологии связаны прежде всего со множеством возможных направлений их применения. Наиболее важными считаются:

- медицинские приложения, например, в области синтеза органов для трансплантации, целевой доставки лекарств, «самосборки» поврежденных тканей и др.;
- информационные технологии, в том числе сохранение данных, а в долгосрочной перспективе – развитие биомолекулярной наноэлектроники и спинтроники;
- производство и сохранение энергии, например, новые топливные элементы, дешевые фотоэлектрические солнечные элементы и др.;
- новые материалы с заранее заданными свойствами, которые могут найти применение практически во всех видах экономической деятельности, от косметических препаратов до космических аппаратов;
- промышленное производство и производство инструментов для исследования свойств материи на наноуровне;
- экологические исследования, очистка и восстановление природных сред;
- системы безопасности, в том числе детекторы возможных биологических и химических агентов на молекулярном уровне.

Крис Фримен [2], один из наиболее авторитетных специалистов в области технологического развития, называет несколько ключевых факторов, которые существенны при оценке перспектив развития «глобальной технологии», основы для нового технологического уклада. Глобальная технология, или универсальная технология (General Purpose Technology), – это технология, которая может использоваться в большинстве секторов экономики и в самых разных видах деятельности. В современном мире наиболее важными глобальными технологиями служат информационные технологии и технологии электроэнергетики. Фримен приводит ряд чрезвычайно интересных исторических примеров, в частности, сравнивает развитие информационных и ядерных технологий. Во время Второй мировой войны и в последующие годы именно ядерные технологии рассматривались в качестве основы новой технологической волны, которая преобразует мировую экономику. Крупнейшие мировые державы вкладывали огромные средства в развитие военных ядерных технологий, а потом и в технологии «мирного атома». Но атомные источники энергии не стали доминирующими. В качестве причин Фримен прежде всего называет:

- сохранение высоких затрат на создание атомных источников энергии (в то время как информационные технологии демонстрировали стремительное многократное снижение затрат на производство и эксплуатацию – постоянно падала стоимость не только полупроводников, оптоволокон, чипов и прочих компонентов, но и стоимость новых продуктов, в которые они входят);

- наличие конкурентоспособных альтернативных источников энергии;
- негативное отношение к атомным источникам энергии со стороны общества из-за связанных с ними рисков;
- сложность восприятия процессов и результатов применения атомных технологий (напротив, основанные на ИТ устройства и приборы просты, понятны и доступны каждому – мобильные телефоны, компьютеры, Интернет и т. д.).

Вообще К. Фримен, рассматривая перспективы развития биотехнологии, пришел к выводу, что она не сможет повторить успех информационных технологий. Если использовать перечисленные К. Фрименом критерии применительно к нанотехнологиям, то в настоящее время по своим базовым параметрам они значительно ближе к атомным, чем к информационным технологиям.

Академик Ю. Д. Третьяков [1; 3] сравнивает текущую ситуацию с нанотехнологиями с той, которая возникла в конце 1980-х гг. в связи с открытием явления высокотемпературной сверхпроводимости. Тогда не только ученые, но и широкие общественные круги ожидали наступления «чудесной эры левитирующих поездов», которая коренным образом изменит жизнь. Естественно возникает вопрос, не разделит ли нынешний нанотехнологический бум судьбу открытия высокотемпературной сверхпроводимости.

Таким образом, оценки перспектив развития нанотехнологий со стороны научных кругов и бизнес-сообщества далеки от единодушия, и в настоящее время безудержный оптимизм сменился более умеренными оценками. Так, если еще в 2006 г. ожидалось темпы роста объема рынка нанопродуктов и нанотехнологий на уровне 40 % в год, то в 2011 г. прогнозируются темпы роста на уровне 9–10 % в год. Тем не менее США, ЕС, Китай и другие страны за последние 10–15 лет включили развитие нанотехнологий в список государственных научных приоритетов, вкладывают значительные средства и предпринимают усилия по развитию данного направления.

Государственное стимулирование развития нанотехнологий

Развитие нанотехнологий в мире во многом происходит благодаря государственной поддержке, которая имеет различные формы. Наиболее важными можно считать разработку и принятие стратегических инициатив, на основе которых происходит формирование долгосрочных приоритетов научной и технологической политики и координация деятельности различных участников инновационной системы: науки и образования, бизнеса и государства. Национальные правительства вкладывают значительные ресурсы, прежде всего финансовые, в поддержку реализации такого рода инициатив.

В течение последних 11 лет правительства 60 стран мира инвестировали в исследования в области нанотехнологий более 67 млрд долларов². Среди стран – лидеров по объемам вложений в развитие нанотехнологий – США, Германия, Китай, Япония [4; 5], а с 2007 г. в эту группу вошла Россия за счет масштабной государственной программы инвестиций в нанотехнологии.

Анализ основных стратегических документов в области нанотехнологий, принятых в США, Европейском союзе и России, демонстрирует, что эти страны выдвигают практически одинаковые цели и задачи, все «идут одним путем».

Национальная нанотехнологическая инициатива США, Стратегия развития нанотехнологий ЕС, Программа развития nanoиндустрии в Российской Федерации формулируют очень

² По данным компании «Cientifica» – одной из ведущих европейских консалтинговых компаний, специализирующихся на исследованиях в области новых технологий, в том числе нанотехнологий: <http://cientifica.eu/blog/research/market-reports/nanotech-funding-2011/>

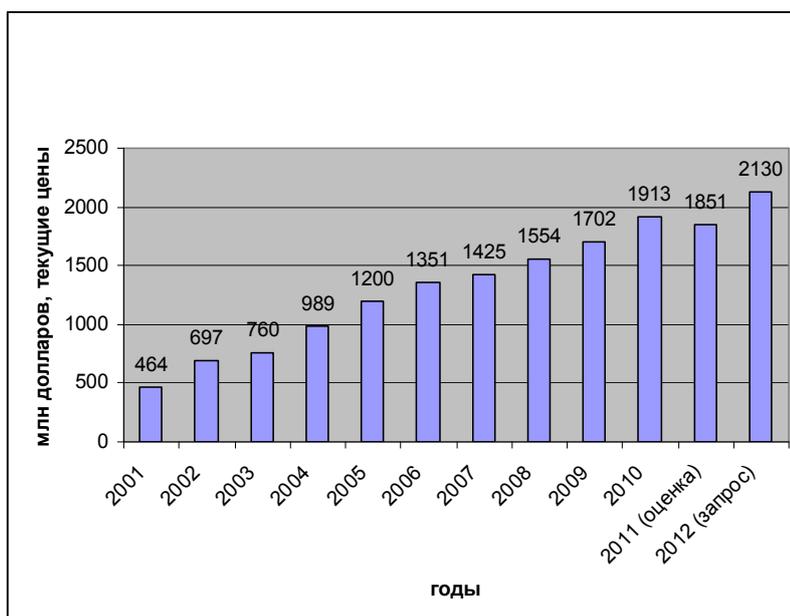
близкие по содержанию цели – достижение мирового лидерства в развитии и применении нанотехнологий, и определяют похожие способы реализации поставленных целей:

- увеличение вложений в фундаментальную науку и прикладные исследования, развитие междисциплинарных исследований;
- развитие инфраструктуры, создание нанотехнологических сетей, наноцентров и «центров превосходства»;
- развитие человеческих ресурсов, модернизации системы подготовки исследователей, рост их квалификации и численности, привлечение молодых исследователей;
- содействие трансферу новых технологий в производство для обеспечения экономического роста, увеличения количества рабочих мест;
- поддержка создания новых компаний для коммерциализации нанотехнологий и нанопродуктов.

Безусловно, в способах достижения поставленных целей существуют различия, отражающие страновые особенности, например, в документах ЕС много внимания уделяется необходимости преодолеть разрозненность исследовательских программ различных государств, снизить бюрократические барьеры для выделения государственных грантов и фондов. В документах США и ЕС особо подчеркивается необходимость роста социальной ответственности и публичного обсуждения социальных и экологических последствий распространения нанотехнологий. Конечно, различаются и масштабы вложений, их формы, критерии предоставления поддержки, способы мониторинга и оценки полученных результатов.

Наибольшая финансовая поддержка нанотехнологий выделяется правительством **США**, что вполне ожидаемо для страны с самыми большими в мире расходами на исследования и разработки.

В конце 1990-х гг. Национальный научный фонд США (NSF) обосновал приоритетность исследований в области нанотехнологий и наноматериалов, и в 2000 г. была принята государственная долгосрочная программа – Национальная нанотехнологическая инициатива (NNI), которая направлена на координацию финансирования широкого круга программ и проектов исследований и разработок в нанонауке и нанотехнологиях. В настоящее время 25 департаментов и агентств правительства США участвуют в реализации программ NNI. Эти программы направлены на поддержку фундаментальных и прикладных исследований, междисциплинарных центров и исследовательской инфраструктуры. Отметим, что NNI финансирует также исследования, посвященные социальным последствиям нанотехнологий, в том числе связанные с этическими, юридическими, экологическими и другими проблемами. В целом с 2001 по 2011 г. на реализацию NNI было выделено 14,2 млрд долларов. Динамика вложений представлена ниже [6]:



Приоритетными направлениями в области развития нанотехнологий в США были выбраны наноэлектроника, нанобиотехнология, наноэлектромеханика, наноэнергетика, оптоэлектроника, создание новых поколений наноматериалов. Приоритеты прикладных исследований включали разработки наноматериалов для медицины, машиностроения и робототехники, компьютерных технологий, экологии, авиации, систем безопасности и борьбы с терроризмом. Эти приоритеты продолжают оставаться актуальными и в настоящее время, что подтверждается структурой и уровнем вложений в эти направления. Так, в 2011 г. крупнейшими получателями бюджетных ассигнований в рамках НИИ были:

- Национальный институт здоровья (National Institutes of Health – национальный исследовательский центр по проблемам медицины) – 457 млн долларов;
- Департамент обороны (415 млн долларов);
- Национальный научный фонд (412 млн долларов);
- Департамент энергетики (381 млн долларов);
- Национальный институт стандартов и технологий (96 млн долларов);
- Национальная администрация по авиации и космосу (20 млн долларов);
- Агентство по защите окружающей среды (18 млн долларов).

Так как развитие нанотехнологий находится пока на начальной стадии, то в настоящее время правительственные органы США не собирают данные, относящиеся к результатам коммерческого применения нанотехнологий и производства нанопродуктов, такие как доходы, оборот, занятость, рыночная доля и т. д. Эти данные на правительственном уровне отсутствуют также и в других странах. Сразу оговоримся, что независимые исследовательские и консалтинговые организации предоставляют такого рода данные по нанотехнологиям, но их достоверность, надежность и сравнимость уступают официальным статистическим материалам.

Тем не менее многие специалисты уверены, что США являются глобальным лидером в сфере нанотехнологий. Однако часть экспертов полагает, что лидерство США в области нанотехнологий не столь устойчиво, как было в ранее возникших глобальных технологиях (полупроводники, программное обеспечение, биотехнологии и проч.). Другие страны быстро увеличивают уровень инвестиций в нанотехнологии, развивают научную и промышленную инфраструктуры, наращивают число и квалификацию своих исследователей и инженеров. Так как официальные и достоверные экономические данные по «выходам» нанотехнологического развития отсутствуют, то для оценки конкурентоспособности стран в области нанотехнологий используются показатели «входа», т. е. прежде всего показатели затрат общественного и частного секторов на исследования и разработки, а также нефинансовые индикаторы, такие как число научных публикаций и число патентов. По данным показателей США, безусловно, являются лидером «нанотехнологической гонки». Но лидерство в науке и технологиях не обязательно приводит к лидерству в коммерциализации результатов научных и технологических достижений и национальной конкурентоспособности. При оценке достигнутых в рамках Национальной нанотехнологической инициативы результатов [6] высказываются следующие соображения.

Во-первых, фундаментальные научные результаты далеко не всегда приводят к созданию коммерчески жизнеспособных приложений. Во-вторых, результаты фундаментальных исследований становятся общественным благом и обычно доступны всем конкурентам. В-третьих, американские компании могут размещать производственные мощности и проводить исследования в других странах. В-четвертых, обученные в США иностранные студенты могут возвращаться на родину, продолжать там исследования и создавать новые бизнесы. Наконец, существующая в США система регулирования и контроля может снижать привлекательность коммерциализации нанотехнологий за счет высоких издержек, что может привести к выводу новых производств за границы США.

Безусловно, такого рода опасения по поводу вложений в развитие исследований актуальны не только для США, они особенно существенны для России.

Проблемой особой важности являются риски, связанные с развитием нанотехнологий. Более всего дискуссий вызывают опасения, связанные с углеродными нанотрубками и другими фуллеренами (это молекулы из атомов углерода в форме сфер, эллипсоидов или трубок), которые уже производятся. Ряд исследований на животных и на клетках животных и человека

показал, что фуллерены могут приводить к повреждениям тканей и органов живых организмов. Правда, другие исследования показали, что наночастицы нетоксичны. Потенциальные риски связаны также со способностью наночастиц накапливаться в живых организмах и биологических системах. В частности, распространение наночастиц серебра, эффективного антибактериального средства, может убить и все полезные микроорганизмы в экосистеме. В настоящее время потенциальные риски, связанные с нанотехнологиями, недостаточно определены и изучены.

По данным отчета ³, результативность программ NNI высока, она оценивается как очень успешная правительственная инициатива, которая обеспечила значительный рост исследований, научных открытий, инноваций, занятости и объемов рынка в секторе нанотехнологий.

Европейский союз входит в число главных участников наноауки и рынка нанотехнологий. Однако программа ЕС «К европейской стратегии в области нанотехнологий», сравнимая по масштабам с американской NNI, была принята на 3 года позже – в 2004 г., и через год был разработан «План действий для Европы в области наноауки и нанотехнологий на 2005–2009 гг.». Стремление к созданию общего пространства для развития нанотехнологий в Европе представляется трудной задачей, так как европейские страны сохраняют существенные различия в масштабах и уровне научной и инновационной активности.

Основным инструментом поддержки нанотехнологий в ЕС являются средства рамочных программ Еврокомиссии. В рамках VI Рамочной программы (2003–2006 гг.) с общим бюджетом в 17,5 млрд евро на финансирование нанотехнологий и наноауки было выделено 1,43 млрд евро. В рамках VII Рамочной программы Еврокомиссии (2007–2013 гг.) бюджет увеличен до 50,5 млрд евро, из которых на финансирование нанотехнологий и наноауки запланировано 3,5 млрд евро [5].

Одно из отличий ЕС от его конкурентов – это значительно большая фрагментарность каналов поддержки и источников финансирования. Так, средства, предоставленные для развития нанотехнологий с помощью VI Рамочной программы исследований и технологического развития в ЕС, составляли около одной трети общеевропейских государственных затрат на нанотехнологии, остальные расходы осуществлялись с помощью множества программ и специальных фондов. В то же время у главных европейских конкурентов программы исследований в значительно большей степени скоординированы и / или централизованы. Например, Национальная нанотехнологическая инициатива в США охватывает более двух третей федерального финансирования. Таким образом, программы исследований Европейского союза нуждаются в более высоком уровне координации с концентрацией усилий на приоритетных направлениях развития нанотехнологий.

В ноябре 2011 г. в Брюсселе была представлена новая программа ЕС «Горизонт 2020» ⁴, в которой содержится комплекс мер, направленных на развитие исследований, инноваций и рост конкурентоспособности Европы. Объемы вложений составляют около 80 млрд евро с 2014 по 2020 г. В этой программе впервые будет объединено все европейское финансирование исследований и разработок, а также унифицированы и значительно упрощены правила и регламенты получения финансирования. В частности, время от подачи заявки на грант до получения финансирования должно быть не более 100 дней.

По программе «Горизонт 2020» будут инвестированы 6 млрд евро в развитие технологических возможностей применения ключевых технологий, к которым отнесены: фотоника и микро- и наноэлектроника, нанотехнологии, новые материалы и передовое производство, биотехнологии.

Безусловным европейским лидером является **Германия**, где поддержка развитию нанотехнологий оказывается уже более 20 лет. В прошлом году был разработан и принят «План развития нанотехнологий 2015» ⁵, который продолжил инициативы предыдущего стратегического документа «Наноинициатива – План действий 2010». За это время произошло изменение направленности поддержки – акценты сместились с финансирования фундаментальных

³ Innovations in Nanotechnology at the NSECs and NNIN. Highlights of Achievements. June 2011. National Science Foundation. URL: www.cein.ucla.edu/PDFs/NSF-report-NSEC-NNIN-June-2011.pdf

⁴ Horizon 2020. Рамочная программа ЕС до 2020 г. URL: http://ec.europa.eu/research/horizon2020/index_en.cfm

⁵ Action Plan Nanotechnology 2015. URL: www.bmbf.de/.../aktionsplan_nanotechnolo...

исследований на поддержку прикладных разработок, связанных с коммерциализацией и производством нанопродукции. В целом в 2010 г. федеральное финансирование нанотехнологических программ и проектов составило около 400 млн евро. Приоритетом пользуются проекты, направленные на взаимодействие науки и бизнеса:

- совместные проекты, в которых участвуют предприятия, особенно малые, и исследовательские организации, результатом таким проектов должна быть быстрая коммерциализация научных результатов;
- инновационные альянсы, объединяющие исследования, бизнес и политику в определенной области нанотехнологий с большим рыночным потенциалом;
- региональные кластеры по развитию ключевых технологий и стратегические партнерства.

Россия значительно отстает от мировых лидеров нанотехнологий как по показателям развития НИОКР, так и по коммерциализации изобретений. Развитие научных исследований в области нанотехнологий в России заметно пострадало в результате распада СССР и последующих 10 трансформационных лет. Об этом свидетельствует, в частности, и число международных нанотехнологических патентов: в 2008 г. их было около 30 (удельный вес российских изобретений – менее 0,2 %) ⁶. По данным Евростата ⁷, в 2007–2009 гг. более половины всех патентов в области нанотехнологий созданы в США и Японии. Доля патентов в области нанотехнологий составляла только 0,8 % от общего количества зарегистрированных патентов, что аналогично показателю 1997–1999 гг. По индексу технологического преимущества (доля страны в патентах в области отдельной технологии, деленная на долю страны во всех патентах) в нанотехнологиях лидирует Сингапур, у которого индекс составляет 2,6, затем следуют Чехия (1,6), Ирландия (1,5) и Нидерланды (1,5). У России этот индекс примерно равен 1, что соответствует отсутствию специализации в данной области ⁸.

В настоящий момент доля России в общемировом технологическом секторе составляет около 0,3 %, а на рынке нанотехнологий – 0,04 %.

В докладе руководителя Государственного комитета по статистике РФ А. Е. Суринова [7] приводятся следующие данные, полученные в результате пилотного обследования предприятий (без малых предприятий) за январь–сентябрь 2010 г.:

- доля товаров (работ, услуг), связанных с нанотехнологиями, в общем объеме отгруженной продукции в российской экономике в целом составляет 0,3 %;
- в производстве машин и оборудования – 0,1 %;
- в производстве транспортных средств и оборудования – 0,001 %.

В структуре отгруженной продукции nanoиндустрии нанопродукты составили 0,2 %; продукты, содержащие нанокomпоненты, – 4,3 %; товары, работы и услуги, произведенные на базе технологических процессов с использованием нанотехнологий, – 95,4 %; специальное оборудование для nanoиндустрии – статистически незначимая доля в 0,026 %.

Оценить рынок нанотехнологий в России трудно. Широко цитируемое исследование компании Research.Techart ⁹ посвящено оценкам объемов рынка нанотехнологий в России и включает лабораторное оборудование, наноматериалы, nanoалмазы, углеродные нанотрубки, фуллерены и нанокomпозиты. Результаты не внушают особого оптимизма: активность на рынке нанотехнологий сосредоточена в узком сегменте исследовательских организаций преимущественно государственного сектора. Около 90 % аналитического оборудования для исследования nanoструктур импортируется. Единственная российская компания «НТ-МДТ» из Зеленограда является лидером в сканирующей зондовой микроскопии. Она обеспечивает 90 % от общего объема продаж сканирующих зондовых микроскопов – около 100 штук в год, из которых большая часть поступает на экспорт.

⁶ Рынок нанотехнологий в России (по материалам Research.Techart, 2010 г.). URL: <http://nanodigest.ru/content/view/574/39/>.

⁷ OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2011. URL: http://www.oecd.org/document/10/0,3746,en_2649_33703_39493962_1_1_1_1,00.html.

⁸ Hwang D. Ranking the Nations on Nanotech: Hidden Havens and False Threats. Lux Research. URL: <http://www.luxresearchinc.com/news-and-events/press-releases.html>; Доклад The Lux Research. Invigorating Innovation and Adoption: Dissecting the Government Funding behind China's R&D Ecosystem.

⁹ Research.Techart. URL: nanodigest.ru/content/view/574/39/.

Практически все производимые сейчас наноматериалы используют для проведения научных исследований. Спрос со стороны бизнеса почти полностью отсутствует. Наибольший сегмент рынка наноматериалов принадлежит нанопорошкам, технология производства которых проста и стоимость низка (по сравнению с другими наноматериалами). Производство всех нанопорошков, по оценке Research.Techart, в 2008 г. составило около 11 т; объем производства углеродных нанотрубок равен в среднем 10,2 кг в год, а объем производства фуллеренов находится на уровне 25–30 кг. Более оптимистично выглядят перспективы развития нанокompозитов, особенно в области космоса, вооружений, автомобилестроения и судостроения, а в более отдаленной перспективе – в потребительских отраслях (упаковка продуктов питания, выпуск электронных компонентов).

Таким образом, российский рынок нанотехнологий находится на начальном этапе становления, коммерческие приложения нанотехнологий в промышленности незначительны. Частично это связано с тем, что в России активное стимулирование развития нанотехнологий началось позже, чем в других странах. Нанонаука и нанотехнологии были включены в Федеральные целевые научно-технические программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники на 2002–2006 годы», «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2012 годы». В 2007 г. была выдвинута президентская инициатива «Стратегия развития nanoиндустрии»¹⁰, а в следующем, 2008 г., правительство приняло «Программу развития nanoиндустрии в Российской Федерации до 2015 года», была разработана Федеральная целевая программа «Развитие инфраструктуры nanoиндустрии в Российской Федерации на 2008–2011 годы». В 2010 г. было принято Постановление Правительства РФ «О национальной нанотехнологической сети».

Стратегической целью «Программы развития nanoиндустрии до 2015 года» является создание высокотехнологичной российской nanoиндустрии, позволяющей обеспечить конкурентоспособность отечественных нанотехнологий и nanoпродукции на внутреннем и внешнем рынках. В таблице представлены объемы финансирования Программы¹¹.

Финансирование Программы развития nanoиндустрии до 2015 г.
(млн руб., в ценах соответствующих лет) *

Направления финансирования	Годы		%
	2012–2015	2008–2015	
1. НИР и ОКР по приоритетным направлениям развития nanoиндустрии	27197,38	58849,14	24,4
2. Создание инфраструктуры nanoиндустрии	860	28579,2	11,8
3. Формирование и развитие кадрового потенциала nanoиндустрии	6000	8348,87	3,5
4. Инновационные проекты институтов развития nanoиндустрии	37360	145479,4	60,3
Итого	79417,38	259132,51	100

* Без учета финансирования исследований и разработок в сфере нанотехнологий, предусматриваемых Государственной программой вооружения на 2007–2015 гг. и Федеральной целевой программой «Развитие оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации на 2007–2010 годы и на период до 2015 года».

Ожидаются следующие измеримые результаты выполнения Программы:

- объем производства продукции nanoиндустрии в России должен составить к 2015 г. более 900 млрд руб.;

¹⁰ Президентская инициатива «Стратегия развития nanoиндустрии» (утверждена Президентом Российской Федерации 24 апреля 2007 г. № Пр-688).

¹¹ Программа развития nanoиндустрии в Российской Федерации до 2015 г. М., 2008.

- доля отечественной продукции наноиндустрии в общем объеме продукции наноиндустрии, реализованной на мировом рынке, – около 3,0 %;
- объем финансирования формирования производственно-технологической инфраструктуры наноиндустрии – 180 млрд рублей;
- доля исследователей, проводящих исследования в области наноиндустрии, в общей численности исследователей до 39 лет – 50 %;
- стоимость лицензионных платежей при введении в хозяйственный оборот объектов интеллектуальной собственности в области наноиндустрии – 27 млрд рублей.

В рамках ФЦП «Развитие инфраструктуры наноиндустрии» были определены направления, по которым Россия может получить и закрепить научно-технологическое лидерство. Это девять направлений: наноэлектроника; наноинженерия; функциональные наноматериалы и высокочистые вещества; функциональные наноматериалы для энергетики; функциональные наноматериалы для космической техники; нанобиотехнологии; конструкционные наноматериалы; композитные наноматериалы; нанотехнологии для систем безопасности. Общий объем финансирования ФЦП с 2008 по 2011 г. составляет 27,3 млрд рублей, из них: бюджетные средства – 24,5 млрд рублей; внебюджетные средства – 2,8 млрд рублей.

В 2007 г. была создана Государственная корпорация «Российские нанотехнологии» (в настоящее время – ОАО «Роснано» со 100 % государственной собственностью), которая стала главным координатором развития нанотехнологий и источником финансирования проектов со значительным экономическим или социальным потенциалом в следующих областях: солнечная энергетика и энергосбережение; наноструктурированные материалы; медицина и биотехнологии; машиностроение и металлообработка; оптоэлектроника и наноэлектроника; инфраструктурные проекты [8].

К началу 2012 г. ОАО «Роснано» было одобрено 136 проектов с общим бюджетом 548,5 млрд рублей, включая софинансирование со стороны «Роснано» в объеме 230,2 млрд рублей. Профинансировано 83 проекта на сумму 100 млрд руб. При поддержке «Роснано» построено 13 новых заводов (в том числе крупнейший в мире завод по производству литий-ионных аккумуляторов в Новосибирске), одобрено 12 проектов создания нанотехнологических центров. В 2010 г. выручка проектных компаний от реализации нанотехнологической продукции составила 1 млрд рублей, за 9 месяцев 2011 г. выручка компаний составила 3,2 млрд рублей.

По планам правительства, к 2015 г. объем производства нанопродукции предприятиями, в которые инвестирует «Роснано», должен составить не менее 300 млрд рублей в год, суммарный объем производства всей российской наноиндустрии – 900 млрд рублей.

Выводы

Анализ международного опыта стимулирования развития нанотехнологий демонстрирует значительный рост государственных инициатив в этой области, сопровождаемый ростом государственных и частных вложений в эту сферу. В ближайшем будущем ожидается сохранение данного тренда.

Так как возможности применения нанотехнологий и созданных на их основе продуктов чрезвычайно широки, государственная стратегия в этой области и инструменты политики должны быть селективны. Они должны опираться не только на особенности создания и применения отдельных составляющих нанотехнологий в сферах и отраслях приложения нанотехнологий, но и оценивать риски и учитывать возможные долгосрочные последствия применения нанотехнологий в технике, экономике, экологии и обществе. В отечественной Программе развития нанотехнологий в качестве наибольшей угрозы безопасности обозначено создание принципиально новых видов оружия массового поражения – например, боевых роботов, искусственных организмов, обладающих свойствами самоорганизации и воспроизводства, которые будут способны поражать не только личный состав противника, но и выводить из строя узлы технических систем и вооружений. Ожидаемое в перспективе снижение стоимости нанопроизводства в сочетании с привлечением к разработкам в области нанотехнологий неправительственных лабораторий и корпораций может привести к снижению контроля за распространением и использованием результатов разработок террористи-

ческими и экстремистскими организациями. Однако этим далеко не исчерпываются риски, связанные с нанотехнологиями и нанопродуктами.

Масштаб воздействия на экономику, общество и природу техногенных рисков, связанных с нанотехнологиями, делает необходимым развитие международной и междисциплинарной координации деятельности по прогнозированию, оценке и управлению возможными последствиями развития нанотехнологий и нанопродуктов.

Список литературы

1. Третьяков Ю. Д. Проблема развития нанотехнологии в России и за рубежом // Вестн. РАН. 2007. Т. 77, № 1.
2. Freeman C. Policies for Developing New Technologies (SPRU). 2003. URL: www.sussex.ac.uk/spru/documents/sewp98.
3. Третьяков Ю. Д. Нанонаука, нанотехнология и наноиндустрия – тенденции развития. Доклад на конференции «Нанотехнологии функциональных материалов». СПб., 2010. URL: http://nru.spbstu.ru/scientific_events/conference_nanotechnology/plenary_lecture1/.
4. Дементьев В. Е. Борьба за нанотехнологическое лидерство: США, ЕС, Китай, Россия // Журнал Новой экономической ассоциации. 2009. № 3–4.
5. Екимова И. А. Особенности формирования рынка нанотехнологии в России // Наука. Инновации. Образование. 2008. Вып. 6.
6. Sargent J. F. Jr. Nanotechnology: A Policy Primer. September 2, 2011. URL: <http://www.fas.org/sgp/crs/misc/RL34511.pdf>.
7. Суринов А. Е. Организация статистического наблюдения в сфере наноиндустрии и нанотехнологий. URL: www.gks.ru/free_doc/new_site/rosstat/smi/nano2312.ppt.
8. Чубайс А. Б. Инновационная экономика в России: что делать? // Вопр. экономики. 2011. № 1.

Материал поступил в редколлегию 24.07.2012

R. N. Anokhin

NANOTECHNOLOGY IN THE NATIONAL PRIORITIES OF INNOVATION DEVELOPMENT

The article deals with the promoting the development in the field of nanotechnology and nanosciences. The main state initiatives of USA, European Union and Russia are considered.

Keywords: technological development, nanotechnology, state initiatives.