
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НАНОИНДУСТРИИ СРЕДНЕГО УРАЛА

Садовский С.М.

В статье обозначены ключевые направления и выявлены проблемы развития наноиндустрии. Дана оценка рынка нанотехнологий Среднего Урала. Представлены основные элементы системы государственной поддержки в регионах крупнейших проектов в сфере нанотехнологий и инструменты формирования инфраструктуры наноиндустрии.

Нанотехнологии становятся ключевым направлением развития современной промышленности и науки. Данные технологии активно применяются в электронике, в том числе молекулярной, биотехнологии, электромеханике, энергетике, при создании новых поколений функциональных и конструкционных наноматериалов для медицины, машиностроения и робототехники, компьютерных технологий экологии, авионавтики, систем безопасности и борьбы с терроризмом.

По оценкам экспертов, в 2008 году объем продаж продукции наноиндустрии составит около 700 млрд. долларов США. Уже начался активный раздел мирового рынка в этой сфере, завершение которого ожидается к 2015 году, когда объем рынка нанопродукции возрастет до 1,2-1,5 трлн. долларов США [1]. По прогнозам Национальной инициативы в области нанотехнологии (National Nanotechnology Initiative), развитие нанотехнологий только в США через 10-15 лет позволит создать новую отрасль экономики с оборотом в 15 млрд. долларов и примерно 2 млн. рабочих мест [2].

Основными областями применения нанотехнологий станут: наноматериалы с уникальными свойствами, электроника, здравоохранение, фармацевтика, экология, химическая промышленность и транспорт. В области медицины, по прогнозам журнала Scientific American [2], возможно создание роботов-врачей, а также медицинских устройств, размером с почтовую марку, которые накладываются на рану и самостоятельно проводят анализ крови, определяют необходимые медикаменты и вводят их в кровь. В сельском хозяйстве будут созданы молекулярные роботы, способные производить пищу, заменив сельскохозяйственные растения и животных. Нанотехнологии способны стабилизировать экологическую обстановку созданием безотходных технологий, а также нанороботов для уничтожения техногенных образований. Широкие перспективы открываются в области информационных технологий. Для обороны нанотехнологии будут использоваться в шести основных сферах: технологии создания и противодействия "невидимости" (известны самолеты-невидимки, созданные на основе технологии stealth), энергетические ресурсы, самовосстанавливающиеся системы (например, позволяющие автоматически чинить поврежденную поверхность танка или самолета), связь, а также устройства обнаружения химических и биологических загрязнений. Предполагается, что к середине XXI века нанотехнологии будут применяться во всех сферах деятельности человека.

Мировыми лидерами в области нанотехнологий и нанопродукции являются США, Япония, страны Евросоюза. На долю США ныне приходится примерно 30%, Европейского Союза – 15%, Японии – 20% мировых инвестиций в нанотехнологии. Исследования в этой сфере активно ведутся также в странах СНГ, Австралии, Канаде, Китае, Южной Корее, Израиле, Сингапуре и Тайване. Россия по абсолютным показате-

лям развития науки, технологий, степени промышленного освоения и коммерциализации разработок наноиндустрии значительно отстает от мировых лидеров, хотя их стартовые позиции оцениваются как равные.

В настоящее время Россия располагает необходимым научным и кадровым потенциалом для целенаправленного развития работ в области наноиндустрии. Фундаментальные поисковые исследования и разработку нанотехнологий осуществляют около 250 научных организаций, производство и реализацию – около 60 компаний. Несмотря на это, Россия более чем в 10 раз уступает США по числу нанотехнологических центров, ее доля в числе международных нанотехнологических патентов составляет менее 0,2% [1]. Низкая восприимчивость отечественной промышленности к разработкам в области нанотехнологий заключается в следующем:

- структура промышленности, где доминируют отрасли первых переделов, не создает на настоящий момент должного спроса на нанотехнологии;
- имеющиеся на предприятиях нанотехнологии «первого поколения» (60-80-х годов XX века) высокочрезмерно затратны по сравнению с зарубежными аналогами;
- значительная часть разработок научных организаций находится на стадии научных исследований и экспериментальных образцов. Для дальнейшего внедрения нанотехнологий в промышленном масштабе необходимы проведение дорогостоящих опытно-конструкторских работ и организация опытного производства;
- имеется проблема подготовки кадров, т.к. на существующих промышленных предприятиях недостаточно специалистов, знакомых с современными нанотехнологиями, что затрудняет использование этих технологий в производстве.

Таким образом, существует значительный разрыв между высоким качеством проводимых исследований, созданных научно-технологических заделов и низким уровнем инфраструктуры наноиндустрии в стране, а также недостаточная координация проводимых государством работ в этой области. В рамках современных представлений *наноиндустрия* – это наукоемкая отрасль или интегрированный межотраслевой и междисциплинарный комплекс бизнес-структур, промышленных, научных, образовательных, финансовых и иных предприятий различных форм собственности, обеспечивающих и осуществляющих целенаправленную деятельность по разработке и коммерциализации нанотехнологий [1].

Наноиндустрия базируется на технологическом, машиностроительном, производственном и научном обеспечении процессов, связанных с манипуляциями атомами и молекулами [6]. Поэтому она включает в себя оборудование, материалы, программные средства, систему знаний; технологическую, метрологическую, информационную, организационно-экономическую культуру и кадровый потенциал, обеспечивающие производство наукоемкой продукции, основанной на использовании новых, нетрадиционных свойств материалов и систем при переходе к наномасштабам [7]. Наномасштабы (нанометр - одна миллиардная часть метра) позволяют раскрывать новые возможности материалов, создавать вещества с невиданными ранее свойствами. Квантовый характер нанотехнологических процессов делает их в высшей степени наукоемкими и стимулирует развитие многих инновационных направлений. По мнению РОСНАНО (Российской корпорации нанотехнологий), продукция наноиндустрии представляет собой интеллектуальную и промышленную наукоемкую продукцию, с ранее недостижимыми технико-экономическими показателями, создаваемую с широким применением новых материалов, технологических процессов.

Учитывая все вышеизложенное, отметим, что nanoиндустрия может быть определена как сеть предприятий и организаций, занятых разработкой нанотехнологий и нанопродукции, их коммерциализацией, внедрением в промышленное производство, организацией серийного выпуска.

Для ускорения решения задач по развитию в России исследований в области нанотехнологий и наноматериалов и освоения промышленностью достигнутых результатов разработана «Программа развития nanoиндустрии в Российской Федерации до 2015 года», задачами которой являются:

- *формирование инфраструктуры nanoиндустрии* на современном уровне экономически развитых стран;
- опережающее развитие исследований и разработок, которые могут быть доведены до промышленного внедрения и производства в течение двух-трех лет;
- совершенствование механизмов коммерциализации научных результатов исследований и разработок в области nanoиндустрии, в том числе на основе государственно-частного партнерства;
- формирование условий устойчивого функционирования и развития системы подготовки, переподготовки и закрепления кадров.

Данная национальная нанотехнологическая инициатива призвана стать инструментом обеспечения технологического лидерства России.

Значительным потенциалом в сфере nanoиндустрии обладает Средний Урал. Здесь сосредоточен комплекс научных, образовательных, научно-исследовательских и промышленных предприятий, которые по ряду направлений могут образовать комплексы с полным циклом функционирования nanoиндустрии – от фундаментальных научных исследований, проектных и опытно-конструкторских работ до непосредственного внедрения новейших технологий в промышленное производство. Промышленные предприятия ядерного цикла, академические и отраслевые институты, расположенные в Свердловской области, еще с 1960-х годов разрабатывали и использовали технологии, связанные с ультрадисперсными порошками и особыми материалами. В результате сформировался мощный задел по нескольким направлениям развития нанотехнологий, шесть из которых определены как приоритетные для Свердловской области:

- конструкционные наноматериалы;
- топливные элементы;
- катализаторы для очистки воды и газов;
- защитные и износостойкие покрытия;
- оптические элементы и электроника;
- медицинская техника и препараты.

С целью создания условий для масштабного наращивания объема производства данных видов продукции nanoиндустрии и выхода региональных компаний на российский и мировой рынки высоких технологий необходимы:

1) государственная поддержка крупнейших проектов в сфере нанотехнологий на принципах частно-государственного партнерства с привлечением средств частных инвесторов, субъекта Федерации и ГК «Роснанотех»;

2) формирование *инфраструктуры nanoиндустрии*:

- консорциумов научных учреждений, промышленных предприятий и финансовых организаций, обеспечивающих промышленное освоение, научное сопровождение и финансирование данных проектов;

- *инновационной инфраструктуры* nanoиндустрии, включающей такие институты развития, как региональные экономические зоны, региональные технопарки и технологические центры, промышленные парки и центры трансфера технологий, научно-образовательные центры;

- *производственно-территориальных кластеров*, обеспечивающих создание, производство, продвижение на рынок высоких технологий конкурентоспособной продукции nanoиндустрии.

Государственная поддержка крупнейших проектов в сфере нанотехнологий в Свердловской области.

Основными элементами системы государственной поддержки являются [3]:

- *содействие включению в федеральные целевые программы поддержки исследований и разработок в области nanoиндустрии и развития технологической базы;*
- *финансирование фундаментальных исследований в рамках регионального конкурса «РФФИ-Урал»;*
- *финансирование прикладных разработок, предназначенных для внедрения на предприятиях Свердловской области;*
- *привлечение на условиях государственно-частного партнерства предприятий и организаций, работающих в Свердловской области, к реализации крупнейших промышленных проектов общероссийского уровня в сфере нанотехнологий.*

Реализация ряда научно-технических проектов в области нанотехнологий осуществляется при финансовой поддержке Правительства Свердловской области. С 2001 по 2007 год из областного бюджета было выделено более 200 миллионов рублей. Правительством Свердловской области в рамках регионального конкурса «РФФИ-Урал» на 2008 г. предусмотрено финансирование фундаментальных исследований в объеме 24 млн.руб. Приоритетными для финансирования являются исследования, способные найти свое применение в прикладных разработках для предприятий областной промышленности. Такими исследованиями занимаются УралНИТИ, Уральский институт металлов, Свердловский химический институт, Уральский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. В.Д. Чаклина, Уральский государственный технический университет – УПИ, Уральский государственный университет, Уральский государственный лесотехнический университет, Институты УрО РАН: электрофизики, металлургии, органического синтеза, химии твердого тела, физики металлов, высокотемпературной электрохимии.

Механизмы государственной поддержки прикладных разработок и крупнейших проектов в сфере нанотехнологий нашли отражение в программе развития нанотехнологий Свердловской области. По данным Министерства промышленности и науки [3], программа содержит 42 проекта, реализуемые на 30 промышленных предприятиях при участии семи институтов УрО РАН, четырех государственных университетов и четырех отраслевых НИИ.

Для поддержки прикладных разработок, предназначенных для внедрения на предприятиях Свердловской области, в областном бюджете на 2008 г. предусмотрено 80 млн.руб., которые будут предоставлены предприятиям и организациям в виде субсидий на условиях софинансирования для компенсации части затрат на разработку и внедрение нанотехнологий.

Промышленное внедрение крупнейших промышленных проектов общероссийского значения в сфере нанотехнологий на условиях государственно-частного партнерства предусматривает их финансирование за счет собственных средств предприятий, федерального и регионального бюджетов. На федеральном уровне для финанси-

рования комплексных проектов высокого уровня готовности с последующим формированием крупномасштабного производства нанопродукции, которое внесет эффективный вклад в развитие экономики, организована Корпорация «РоснаноТех». Правительством Свердловской области подписано соглашение с Корпорацией о сотрудничестве, в рамках которого правительство области будет представлять на рассмотрение специалистов госкорпорации различные проекты по развитию нанотехнологий и в случае одобрения проекта регион получит федеральные средства на его реализацию. В данную Корпорацию в 2008 г. Правительством Свердловской области направлены предложения по 7 крупнейшим проектам создания производств на базе нанотехнологий. Общий объем вложений, требуемых для их реализации, определен в сумме 5,2 млрд. руб., из них запрашиваемые в ГК «РоснаноТех» финансовые ресурсы - 3,8 млрд. руб. Предполагается освоение средств в течение трех лет, в т.ч. в 2009 г. – 1,2 млрд. руб., в 2010 г. – 1,8 млрд. руб., в 2011 г. – 2,2 млрд. руб. [4].

Формирование инфраструктуры nanoиндустрии. На Среднем Урале важным шагом к созданию индустрии нанотехнологий, позволяющей собрать воедино три направления - образование, науку и инновационный процесс, является формирование:

- «Уральского центра nanoиндустрии». Предприятие создано для координации и экспертизы работ по нанотехнологиям в Свердловской области. В состав центра вошли институты УрО РАН, вузы, крупнейшие промышленные предприятия, внедряющие нанотехнологии. Новая структура призвана превратить научные достижения образовательных организаций, промышленных и научных предприятий Урала в конкурентоспособные современные технологии и нанопродукты;

- *Уральского центра «Современные нанотехнологии»* на основе существующего в Уральском государственном университете им.А.М.Горького Уральского ЦКП «Сканирующая зондовая микроскопия». В нем сосредоточены новейшие образцы оборудования, предназначенного для исследований и производства наноматериалов, некоторые из них не имеют аналогов в России. Особое место занимает уникальный набор исследовательских зондовых нанолабораторий NTEGRA российского производства. Важным направлением работы Центра является сотрудничество с уральскими предприятиями. Например, в рамках соглашения, подписанного между Правительством Свердловской области и государственной корпорацией «РоснаноТех», рассматривается выделение средств для реализации совместного проекта Центра с УГМК-Холдингом по внедрению специальных фильтров для улавливания выбросов.

Промышленное освоение, научное сопровождение и финансирование проектов в сфере нанотехнологий и наноматериалов осуществляется *консорциумами* научных учреждений, промышленных предприятий и финансовых организаций. На Среднем Урале консорциумы объединяют институты УрО РАН, УГТУ-УПИ и УрГУ, технологические институты – УралНИТИ, СвердловНИИХиммаш, крупные предприятия и малый бизнес. Деятельность консорциумов распространяется на приоритетные для Свердловской области направления развития nanoиндустрии [5].

Топливные элементы. По данному направлению в области работают Институт высокотемпературной электрохимии, Институт электрофизики Уральского отделения РАН и одно из крупнейших предприятий ядерно-энергетического комплекса – Уральский электрохимический комбинат, выпускавший электрохимические генераторы на щелочных и водородно-кислородных топливных элементах «Волна» и «Фотон» космического назначения. Сейчас здесь реализуется проект по производству топливных элементов для электрохимического генератора тока с использованием нанокатализаторов и наноструктурных пористых подложек электродов повышенной мощности –

до 100 кВт. Освоение массового выпуска этой продукции позволит снизить стоимость электрохимических генераторов до 3000 евро за 1 кВт к 2011 году, а к 2020 году – до 100 долл. за 1 кВт, что сделает их доступными для широкого круга потребителей. Необходимый объем инвестиций для создания производства до 1 мВт в год – 487 млн рублей, а до 5 мВт в год – дополнительно 606 млн. руб.

Конструкционные наноматериалы. В числе 14 проектов, важность которых обусловлена ускоряющимися темпами модернизации металлургических и машиностроительных предприятий, – разработка новых видов сплавов на основе нанопорошков, магнитомягких и магнитотвердых нанокристаллических сплавов, оксидо-нитридные наноматериалы для повышения эффективности электромеханических и электромагнитных преобразователей, технологии адаптивного прецизионного позиционирования инструмента в нанометровом диапазоне. Проекты по созданию наноматериалов реализуются как средними инновационными предприятиями, так и промышленными гигантами: производственным объединением Уральский оптико-механический завод имени Э.С. Яламова, Научно-производственным объединением Автоматики, Кировградским заводом твердых сплавов. Некоторые технологии уже освоены в производстве. Например, на Верхне-Салдинском металлургическом производственном объединении «АВИСМА» внедрена технология сверхпластичной деформации листов высокопрочных наноструктурных сплавов титана, позволяющая вдвое сократить цикл производства деталей, повысить стойкость штампа и снизить энергозатраты. Над реализацией проекта создания промышленных технологий производства наноструктурных керамик, работающих в экстремальных условиях эксплуатации, работает консорциум научных и промышленных организаций, в который вошли Институт электрофизики Уральского отделения РАН, инновационное предприятие «Спецкерамика», Уральский научно-исследовательский технологический институт, завод «Вектор». Применение деталей из наноструктурных керамик повысит ресурс оборудования, межремонтный срок эксплуатации в 3–5 раз, а годовой объем продаж наноструктурных керамических изделий с 2011 года составит не менее 200 млн. рублей. Необходимый объем инвестиций по данному проекту – 600 млн. рублей.

Оптические элементы и электроника. Уральским государственным техническим университетом (УГТУ-УПИ) на базе производственного объединения «Уральский оптико-механический завод имени Яламова» планируется разработка технологий производства композитных и керамических наноматериалов с управляемыми электрооптическими характеристиками для высокоэффективных светоизлучающих устройств. Подобные светотехнические устройства нового поколения позволят снизить электропотребление в 5-7 раз, затраты на обслуживание – в 4-5 раз. Повышается электробезопасность эксплуатации, исключается загрязнение окружающей среды ртутью и тяжелыми металлами. Объем инвестиций на создание опытного производства в Свердловской области составляет 300 млн. рублей. Уже с 2011 года объем продаж светотехнических изделий с использованием наноструктурных люминофоров достигнет 50 млн. руб. Институт физики металлов Уральского отделения РАН реализует на базе одного из крупнейших предприятий электронной промышленности – «Научно-производственного объединения Автоматики» – проект разработки наноструктурированной магниточувствительной среды и организации на этой основе производства сенсоров магнитного поля и датчиков широкого применения. Потребность в магниточувствительных сенсорах достигает 10 млн штук в год, при этом только устройств учета электроэнергии – свыше 800 тысяч. Начальный объем сбыта в 2010 г. составит около 15 млн. рублей. Объем инвестиций на создание опытного производства – 150 млн. рублей.

Медицинская техника и препараты. Среди 12 проектов этого направления – разработка и внедрение высокопрочных материалов с эффектами памяти формы на основе никелида титана для новых конструкционных и функциональных применений в медицине и технике, нанокompозитных покрытий на основе алмазоподобного углерода для повышения эффективности титановых биоимплантатов, разработка электрохимического генератора медицинского кислорода на основе трубчатых наноструктурных твердооксидных элементов. В рамках проекта, реализуемого Институтом иммунологии и физиологии Уральского отделения РАН, на базе ООО «Холдинг-Юнона» (ООО Завод «Медсинтез») разрабатываются методы и аппаратура для получения, адресной доставки и воздействия на биологические мишени биосовместимых гибридных наночастиц с уникальными магнитными и оптическими свойствами с целью диагностики и терапии опухолей. Объем расходов на проведение клинических испытаний – 100 млн. рублей.

Консорциумы являются первым этапом создания других инновационных институтов развития наноиндустрии: Государственной корпорации «Российская корпорация нанотехнологий», особых экономических зон (технико-внедренческих и промышленных), технопарков, промышленных парков, центров трансфера технологий. В 2005 г. Правительством РФ была утверждена государственная программа «Создание в РФ технопарков в сфере высоких технологий». В настоящее время в соответствии с госпрограммой строительство технопарков осуществляется в 7 пилотных регионах РФ: Московской, Новосибирской, Нижегородской, Калужской, Тюменской областях, Республике Татарстан и Санкт-Петербурге. В рамках программы предполагается создать сеть инновационных технопарков в сфере нанотехнологий, ядерной физики, инновационной энергетики, биотехнологий и медицины. Кроме того, в России реализуются инициативные проекты организации технопарков в сфере высоких технологий. Так, в Свердловской области предполагается создание:

- технопарка высоких (информационных) технологий при Институте математики и механики УрО РАН, ориентированного на создание и внедрение современных информационных технологий в наукоемких производствах Урала, в т.ч. на предприятиях ВПК, нанотехнологий и т.д.;
- финско-российского Инновационно-технологического Центра, ориентированного на реализацию совместных проектов в сфере нанотехнологий;
- регионального инжинирингового Центра по проблемам металлургии, специализирующегося на разработке технологий экономии сырья, снижения энергозатрат, внедрения наноматериалов.

В ближайшие годы инновационные институты развития наноиндустрии планируется превратить в крупнейшую базу разработок в области нанотехнологий и промышленного освоения их результатов. В перспективе на основе технопарков будет создан кластер научно-исследовательских организаций, производственных предприятий и консалтинговых структур, способных стать современной инновационной платформой в сфере нанотехнологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Программа развития nanoиндустрии в Российской Федерации до 2015 года. М.: Министерство образования и науки Российской Федерации, 2008.
2. Nanотехнологии толкают мир к революции. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: news.gala.net.
3. Кремко Е.Г. Nanотехнологии: прорыв в будущее// Уральский рынок металлов. 2008. №6. С.20-23.
4. Материалы XIII Всероссийского экономического форума. Екатеринбург, 15-16 мая 2008 г.
5. Технополис – 21. 2008. 24 сент. ([www.technopolis](http://www.technopolis.ru)).
6. Университет «Дубна» будет готовить кадры в сфере nanотехнологий. 7 июня 2006. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.uni-dubna.ru.
7. Лучинин В. Nanoиндустрия и «человеческий капитал» // Nanoиндустрия. 2007. №6.