

О государственном регулировании инновационного развития в области наноматериалов и нанотехнологий в России (краткий обзор)

А.Н. Флёрова

Кандидат химических наук, заместитель директора Института промышленного развития

В настоящее время происходят революционные изменения в сфере высоких технологий: электронике, информационных технологиях, микромеханике и других областях человеческой деятельности, связанных с фундаментальными и прикладными исследованиями, конструированием и практическим использованием структур, материалов и устройств, элементы которых имеют размер менее 100 нм (1 нм = 10^{-9} м). Важное место в ряду новейших технологий занимают нанотехнологии, позволяющие видоизменять вещество на уровне молекул и атомов [11].

По оценкам отечественных и зарубежных специалистов, эти технологии в XXI веке станут одними из наиболее перспективных при производстве продукции как гражданского, так и военного назначения и окажут решающее влияние на развитие науки, техники и экономики.

В общем случае под нанотехнологиями следует понимать совокупность знаний и документированных данных о методах, приемах и способах, обеспечивающих возможность контролируемым образом создавать и модифицировать объекты, включающие компоненты размером менее 100 нм хотя бы в одном измерении и в результате этого приобретающие принципиально новые качества [5, 8, 9].

Под наноматериалами обобщенно понимаются структуры и материалы с качественно новыми свойствами, возникающими

благодаря уменьшению в одном или нескольких измерениях размера структурных элементов до нанометрового масштаба, а технологии их получения и в определенных случаях последующая работа с ними называются нанотехнологиями.

При упоминании о наноматериалах и нанотехнологиях имеется в виду широчайший спектр не всегда напрямую связанных между собой проблем в различных областях науки и техники, где уже используются соответствующие технологии и методы. Поэтому целесообразно рассматривать нанотехнологии не как единое целое, а как обобщенное понятие, конкретизируемое применительно к решению соответствующих задач.

В соответствии со сложившейся практикой применения перечней критических технологий федерального и ведомственного уровней [3] этот термин охватывает наноматериалы, элементы нанoeлектроники и другие технические решения в данной области. Нанотехнологии и наноматериалы оказывают революционизирующее воздействие на развитие информационных и телекоммуникационных технологий, биотехнологий, средств безопасности и борьбы с терроризмом и на многие другие аспекты деятельности человека.

Развитию нанотехнологий - научно-технологического направления, сформировавшегося на стыке физики, химии, биологии, медицины и материаловедения, прида-

ется огромное значение во всех развитых в техническом отношении странах. Ожидаемое к 2015 г. широкое промышленное применение нанотехнологий внесет серьезные экономические и социальные изменения в жизнь всего человечества.

За рубежом работы в этой области стремительно развиваются в течение последних лет в рамках ряда приоритетных программ правительств Японии, США, ФРГ, Франции, Китая и других стран. За последние годы десятки стран приняли национальные программы развития нанотехнологий как высший национальный приоритет. По данным консалтинговой компании «Lux research», в 2004 г. правительства, корпорации и частные предприниматели по всему миру потратили около 9 млрд долл. на научно-исследовательские работы в области нанотехнологий, число зарегистрированных патентов приближается к 90 тыс.

Ежегодное государственное финансирование исследований и разработок в этой области составляет в Европейском Союзе около 800 млн евро, в США - около 800 млн долл., в Японии - до 500 млн долл., в Китае - более 100 млн долл.

По прогнозу Национального фонда науки США (National science foundation), к 2015 г. годовой оборот рынка нанотехнологий достигнет 1 трлн долл.

В России целевое бюджетное финансирование работ в области наноматериалов и нанотехнологий осуществляется с начала 90-х годов прошлого века в рамках нескольких программ, которые входят как соответствующие разделы в ФЦНТП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники», ФЦП «Национальная технологическая база» и в ряд других программ. Государственная поддержка этих работ, хотя и несоизмеримая по масштабу с финансированием в других странах, способствовала развитию этого перспективного направления, позволила сохранить научный потенциал, довольно высокий уровень исследований и лидирующие позиции в некоторых областях нанонауки.

Хотя работы в области нанотехнологий в России проводятся, начиная с 70-х годов прошлого века, системность в их организа-

ции появилась только в последнее время, когда по инициативе еще Минпромнауки была разработана и принята Правительством Российской Федерации Концепция развития работ в области нанотехнологий до 2010 года.

На заседании межведомственного научно-технического совета по нанотехнологиям заместитель руководителя Роснауки А. В. Клименко доложил об организации работ по нанотехнологиям в ряде организаций.

Федеральная целевая научно-техническая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям науки и техники» на 2002 - 2006 годы (ФЦНТП) - один из главных источников финансирования работ в области нанотехнологий. Из шести приоритетных направлений этой программы *индустрия нанотехнологий и материалы* является самой приоритетной, если судить по количеству направляемых сюда средств - на ее долю приходится почти треть (31,4%) всех средств ФЦНТП. Следует отметить, что наряду с бюджетным финансированием привлекаются и существенные внебюджетные средства (всего 890 млн руб. в 2005 г.) [6, 12]. В этом направлении сконцентрировано большинство (24 из 36) мероприятий программы. Структурно направление состоит из двух крупных блоков - научно-исследовательского и инфраструктурного, направленных на обеспечение инновационного пути создания и подготовки к освоению нанотехнологий. Это свидетельствует о системном подходе к решению этих задач, начиная от проведения проблемно-ориентированных исследований и заканчивая получением коммерчески значимых результатов.

Особое значение имеют комплексные и важнейшие инновационные проекты, выполняемые по проблеме нанотехнологий.

По направлению *индустрия нанотехнологий и материалы* в составе ФЦНТП выполняются четыре важнейших инновационных проекта государственного значения:

1) разработка и освоение производства приборов и оборудования для нанотехнологий (исполнитель ЗАО «НТ-МДТ», Москва, г. Зеленоград, срок 2003 - 2006 гг.);

2) разработка технологий и организация производства полимерных композиционных материалов на основе нанонаполни-

телей с повышенным в 1,5 - 2 раза сроком эксплуатации (исполнитель ООО «ХайТек Консалтинг», г. Казань, срок 2004 - 2007 гг.);

3) создание технологий и освоение промышленного производства металлических материалов с двукратным повышением важнейших эксплуатационных свойств (исполнитель ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов «Прометей», Санкт-Петербург, срок 2003 - 2006 гг.);

4) разработка базовой ресурсо- и энергосберегающей технологии и конструкции реакторов с нанопористыми каталитическими мембранами для переработки легкого углеводородного сырья (исполнитель ассоциация делового сотрудничества в области передовых комплексных технологий «Аспект», Москва, срок 2005 - 2007 гг.).

По отечественным меркам, объем средств, выделяемых на работы в области нанотехнологий, существенный. Более того, если основываться на экспертных оценках объема средств, выделяемых на исследования и разработки по нанотехнологиям, то оказывается, что этот объем примерно соответствует тому, что расходуется на это направление в развитых странах.

Сохранение и поддержание статуса России как великой державы во многом зависит от уровня развития науки и технологий, который в новых геополитических и социально-экономических условиях стал одним из ключевых факторов обеспечения как лидерства государств на мировой арене, так и их национальной безопасности.

Однако внимание со стороны государства к проблемам, связанным с работами по наноматериалам и нанотехнологиям, следует признать недостаточным, если учесть, что уже в недалеком будущем развитие высокотехнологичных отраслей экономики (электроника, связь и др.) и социальной сферы (медицина, охрана окружающей среды и др.), определяющее уровень развития страны, ее обороноспособность и национальную безопасность, будет в значительной степени обусловлено достижениями в рассматриваемой области.

К сожалению, в нашей стране исследования в области нанотехнологий и их практическое применение не получили должного развития. Одной из причин этого является отсутствие четкой государственной политики в данной области и соответствующей экономической и законодательной поддержки.

Россия до сих пор не имела федеральной государственной программы развития нанотехнологий, создания различных направлений nanoиндустрии. Исследования в этой области проводятся отдельными академическими институтами, вузами, входят в ряд разделов отраслевых программ и, как правило, не завершаются практическим внедрением результатов полученных фундаментальных разработок. Растворение проблематики нанотехнологий в отдельных разделах фундаментальных и отраслевых программ не позволяет сформировать единую политику развития нанотехнологий в стране.

Отсутствие весомой государственной поддержки фундаментальной науки и несовершенство законодательной базы поддержки науки и высоких технологий тормозит привлечение венчурного капитала и развитие технопарков и центров трансфера технологий.

Большие экономические, научные и технологические перспективы развития нанотехнологий как гражданского, так и военного применения определяют необходимость формирования единой государственной научно-технической политики в данной области. В современных условиях государство должно всемерно способствовать приоритетному развитию научных исследований в области нанотехнологий, их активному внедрению в производство. Дальнейшее промедление приведет к вытеснению России на обочину научно-технического прогресса.

Участниками круглого стола 31 марта 2005 г., организованного комитетом Совета Федерации по науке, культуре, образованию и экологии на тему «Проблемы законодательного регулирования и государственной политики по развитию нанотехнологий в Российской Федерации» [5] были сформулированы рекомендации Федеральному собранию, правительству и министерствам, в числе которых:

– разработка концепции государственной поддержки приоритетного развития нанотехнологий в России с финансовым обеспечением;

– целевое финансирование работ по развитию нанотехнологий из федерального бюджета, начиная с 2006 г.;

– внесение изменений в Налоговый и Таможенный кодексы с целью освобождения организаций, занятых в индустрии нанотехнологий, от налога на имущество, земельного налога, налога на прибыль в части, направляемой на приобретение оборудования и приборов, и др.;

– организация центров коллективного пользования по развитию нанотехнологий, исследованию наночастиц, наноструктур и нанокompозитов с приданием им статуса федеральных (в числе предлагаемых центров указана Сибирская ассоциация центров коллективного пользования);

– целевая подготовка специалистов в области нанотехнологий; подготовка нормативно-правовых актов, регулирующих инвестиционные отношения в сфере наноиндустрии;

– расширение возможностей международного сотрудничества на уровне научных и производственных структур, занятых в области нанотехнологий.

О шансах России на лидерство в нанотехнологиях и необходимости разработки программы научных исследований в этой области говорил, выступая с ежегодным посланием Федеральному собранию 10 мая 2006 г., Президент Российской Федерации Владимир Путин: *«Россия может стать и одним из лидеров в нанотехнологиях. Это одно из самых перспективных направлений и путь развития энергосбережения, элементной базы, медицины, робототехники. Считаю необходимым в ближайшее время разработать и принять действенную программу в этой области... Нам нужна в целом сегодня такая инновационная среда, которая поставит производство новых знаний на поток. Для этого нужно создать и необходимую инфраструктуру: технико-внедренческие зоны, технопарки, венчурные фонды, инвестиционный фонд».*

Федеральным агентством по науке и инновациям разработан проект Концепции развития в Российской Федерации работ в области нанотехнологий до 2010 года, одобренный Правительством страны (18 ноября 2004 г.) [1].

Настоящая концепция и меры по ее реализации могут быть положены в основу разработки государственной технологической политики в области формирования основ нанотехнологий как вида экономической деятельности государственных и негосударственных научных и научно-производственных организаций с целью создания высокотехнологичных производств, опирающихся на полученные результаты исследований и разработок в области наносистем.

В мае 2006 г. в Правительство страны представлен проект национальной программы развития в Российской Федерации работ в области нанотехнологий и наноматериалов до 2015 года [4], разработанной специалистами Министерства образования и науки совместно с учеными Российской академии наук. Координацией исследований в области нанотехнологий должна заниматься специально созданная национальная лаборатория, которая будет не только координировать саму научную работу, но и заниматься распределением средств на эти исследования.

Проект новой федеральной целевой программы направлен на формирование инфраструктуры для нанотехнологических исследований. Это оснащение оборудованием передовых научных организаций, университетов, поддержка патентования. Бюджет этой программы должен быть значительным – от 10 млрд руб. в год. Специализированный фонд в рамках программы развития нанотехнологий обеспечит развитие среднего бизнеса в этой сфере, в том числе приобретение этими компаниями необходимого технологического и производственного оборудования как российского, так и импортного.

В целом программа развития нанотехнологий исходит из следующих принципов:

– финансирование должно быть направлено на поддержку научно-производственных структур, занимающихся удовлет-

ворением спроса на нанотехнологическую продукцию;

– финансирование должно осуществляться на проектной основе, результат проектов – внедрение новых технологий и создание новой коммерчески реализуемой продукции;

– финансирование должно стимулировать коммерциализацию наиболее перспективных разработок в сфере нанотехнологий в соответствии с потенциальным спросом;

– должно быть обеспечено софинансирование на основе разделения рисков.*

По мнению министра образования и науки Андрея Фурсенко, у российских ученых

есть все возможности занять первые места в мировой научной гонке, если они начнут действовать немедленно. В свою очередь нобелевский лауреат по физике Жорес Алферов заявил, что «отсутствие четкого государственного регулирования в области нанотехнологий в России приведет к полному провалу самой перспективной отрасли, которая к 2015 г. окажет решающее влияние на развитие экономики, техники и науки России в том случае, если уже сейчас работа в нанотехнологической области будет жестко регулироваться».

В научно-технологических программах различного уровня уже сегодня имеются важные компоненты программных мероприятий в данной отрасли (см. таблицу).

Таблица

Основные действующие программы развития наноматериалов, наносистем и нанотехнологий

| Ведомство | Направление работ | | | |
|---|---|--------------------------------|--|---|
| Российская академия наук | Нанoeлектроника и приборная база для нанотехнологий | Наноматериалы | Микро- и наносистемная техника | Нанохимические, нанобиологические исследования и разработки |
| Министерство образования и науки России | Подпрограмма «Электроника» | Подпрограмма «Новые материалы» | Подпрограмма «Производственные технологии» | Подпрограмма «Химические технологии» |
| | Научно-техническая программа «Научные исследования высшей школы по приоритетным направлениям науки и техники» | | | |
| | Федеральная целевая научно-техническая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям науки и техники» | | | |
| Министерство промышленности и энергетики России | Федеральная целевая программа «Национальная технологическая база»; инновационный проект «Разработка и освоение производства приборов и оборудования для нанотехнологий» | | | |
| Российский фонд фундаментальных исследований | Работы в области нанокластеров и наноструктур, металлических наноструктур, органических (углеводородных) материалов, полупроводниковых структур | | | |

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 6 июля 2006 г. № 977-р утверждена Концепция федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007 - 2012 годы» [2]. В соот-

ветствии с принципом преемственности этой программы по отношению к ФЦНТП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники» на 2002 - 2006 годы предлагается перечень пяти приоритетных направлений, и в том числе «Индустрия наносистем и материалы».

* Информацию о ходе обсуждения и принятия Правительством Программы см. после данной статьи. (Ред.)

В соответствии с Основами политики Российской Федерации в области развития науки и технологий на период до 2010 года и дальнейшую перспективу, утвержденными Президентом России 30 марта 2002 г., в Перечень критических технологий Российской Федерации включен ряд направлений, связанных с наноматериалами и нанотехнологиями [3].

Большинство критических технологий перечня носит обобщающий характер, своей тематикой охватывают несколько разделов Государственного рубрикатора научно-технической информации (ГРНТИ), но не имеют конкретного отражения ни в одном из разделов, что затрудняет привязку критической технологии к конкретному разделу рубрикатора. К тому же в нем отсутствует само понятие «нанотехнология» [10].

Широкое практическое использование нанотехнологий является важнейшим стратегическим направлением развития отечественных высокотехнологичных производств и освоения на новой основе подходов к инновационному преобразованию отечественной промышленности. Отсюда возникает необходимость формирования единой государственной информационной политики в данной области.

Необходимо строго и во всех деталях соблюдать установления Федерального Закона от 27 декабря 2002 г. № 18 «О техническом регулировании» [7].

Решение проблем технического регулирования требует тщательной проработки, учитывая, что нанотехнологии являются новым направлением науки, техники и технологий.

В.Ю. Корчак [8] предлагает классификацию нанотехнологий, обобщающую накопленную за последние годы информацию о данной предметной области и учитывающую прогноз развития нанотехнологий на перспективу. Предлагаемая классификация учитывает признаки, специфические для технологий в целом и нанотехнологий в частности, ее структура позволяет делить классификационные признаки на более мелкие подразделения и вносить дополне-

ния по мере выявления новых свойств технологий.

Основными целями предлагаемой классификации являются:

- установление классификационных группировок, обеспечивающих упорядоченное отображение информации о нанотехнологиях;

- установление номенклатуры технических характеристик и параметров технологий;

- подготовка исходных данных для технического регулирования развития нанотехнологий.

Для нанотехнологий наиболее общими признаками (см. рис.) являются:

- научно-технологическое направление (наноэлектроника, наномеханика, наноматериалы и нанохимия);

- принадлежность к критической технологии (материалы для микро- и нанoeлектроники; прецизионные и нанометрические технологии обработки, сборки, контроля; микросистемная техника; синтетические сверхтвердые материалы; элементная база микроэлектроники и квантовых компьютеров; базовые и критические военные и специальные технологии);

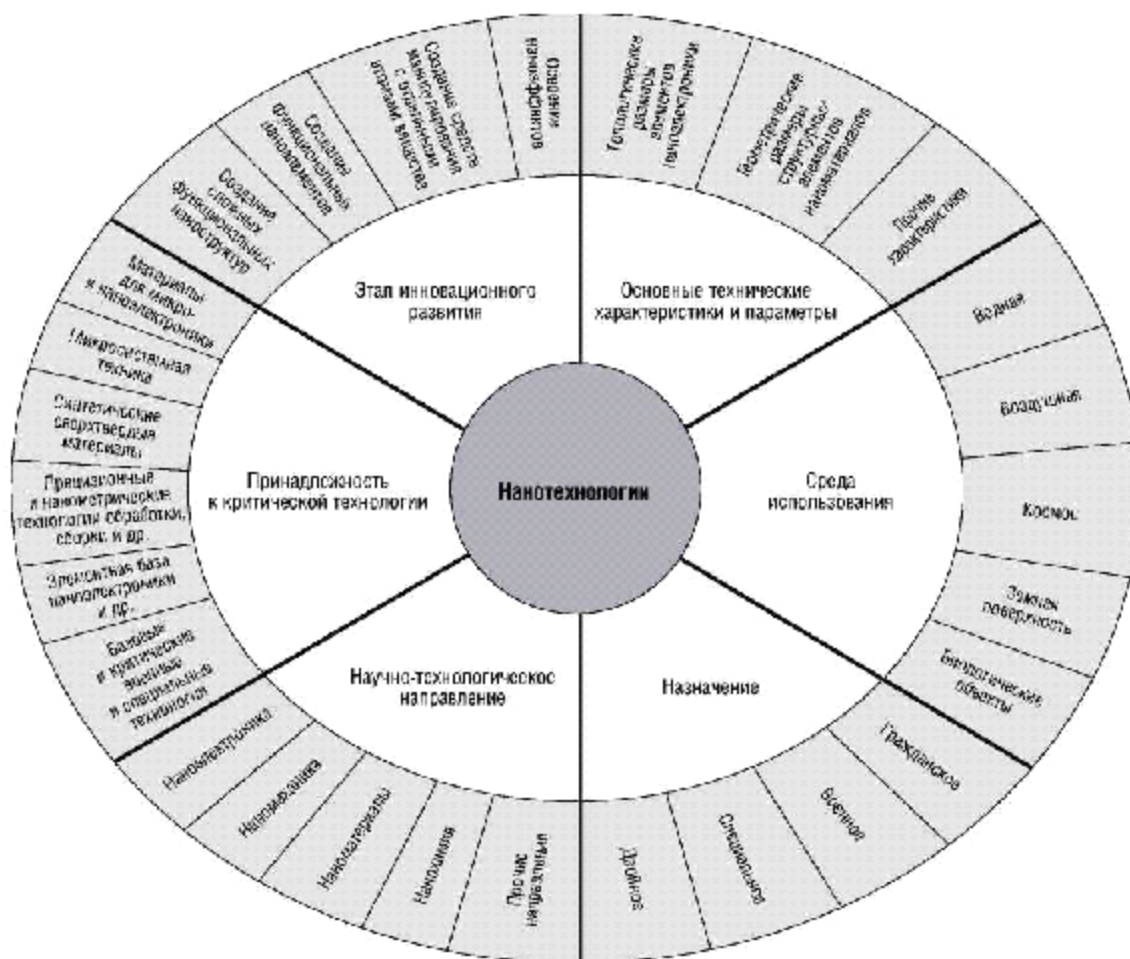
- назначение (гражданское, военное, специальное, двойное);

- среда использования (водная, воздушная, космос, земная поверхность, биологические объекты);

- основные технические характеристики и параметры (топологические размеры элементов нанoeлектроники, геометрические размеры структурных элементов наноматериалов, параметры нанoобработки поверхности: высоты, неровности, шероховатости, точность формы и др.);

- этап инновационного развития (освоение наноэффектов, создание средств манипулирования с отдельными атомами вещества, создание функциональных наноэлементов сложных технических систем, создание сложных функциональных наноструктур и др.).

Структура предлагаемой классификации нанотехнологий



Принятые классификационные признаки в свою очередь имеют более подробное деление. Например, базовые военные и специальные технологии включают базовые военные технологии, под которыми понимаются типовые формы (способы) военной деятельности, и специальные технологии, отражающие специфику деятельности других силовых министерств и ведомств. Далее базовые военные (специальные) технологии разбиваются на определенное количество критических военных (специальных) технологий,

в той или иной степени связанных с нанотехнологиями. Эти технологии прежде всего направлены на снижение заметности вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ), обнаружение «невидимых» ВВСТ противника, снижение энергопотребления, создание самовосстанавливающихся систем (например, позволяющих автоматически восстанавливать поврежденную поверхность танка или самолета), систем связи, а также устройств обнаружения химического и биологического загрязнения.

Нанотехнологии гражданского назначения подразделяются на технологии промышленного, сельскохозяйственного и бытового назначения, технологии для решения медицинских, экологических и других задач.

Предлагаемая классификация сможет обеспечить упорядоченное отображение информации о нанотехнологиях и позволит осуществлять ее периодическую актуализацию. Кроме того, она представляет собой массив исходных данных для корректировки перечней (как федерального, так и ведомственного уровня) критических технологий, разработки нормативно-технических документов, каталогизации нанотехнологий, наноматериалов и наноустройств, а также программно-целевого планирования их развития. Одним из последующих шагов явится разработка технического регламента, регулирующего отношения в области нанотехнологий.

Государственная научно-техническая и инновационная политика в нанотехнологиях должна иметь прежде всего технологическую направленность, включая анализ рынка наукоемкой продукции и определение государственных технологических нужд в этой области, прогнозирование возможного развития отдельных технологических направлений в области создания наносистем и целевую поддержку тех из них, которые наиболее близки к введению в хозяйственный оборот (элементы нанoeлектроники, нанодатчики и пр.), формирование новых технологических укладов в научно-технической и производственной сферах.

Роль государства в обеспечении поэтапного перехода от исследований к использованию их результатов для развития основ nanoиндустрии состоит в создании благоприятных условий для поддержки работ, включая информационную поддержку, формирование механизмов введения в хозяйственный оборот результатов исследований и разработок, созданных за счет федерального бюджета, а также организацию системы учета и регистрации сделок, совершаемых с ними.

Литература:

1. Концепция развития в Российской Федерации работ в области нанотехнологий

на период до 2010 года, одобренная Правительством Российской Федерации (18 ноября 2004 г.).

2. Концепция федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007 - 2012 годы». Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации 6 июля 2006 г. № 977-р.

3. Основы политики Российской Федерации в области развития науки и технологий на период до 2010 года и дальнейшую перспективу. Утверждены Президентом России 30 марта 2002 года; Перечень критических технологий Российской Федерации.

4. Программа развития в Российской Федерации работ в области нанотехнологий и наноматериалов до 2015 года. Проект.

5. Рекомендации по итогам круглого стола «Проблемы законодательного регулирования и государственной политики по развитию нанотехнологий в Российской Федерации». - М.: Комитет Совета Федерации по науке, культуре, образованию, здравоохранению и экологии, 2005.

6. Федеральная целевая научно-техническая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники на 2002 - 2006 годы» // www.fcntp.ru.

7. Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании».

8. Корчак В.Ю. Техническое регулирование в области нанотехнологий // «Компетентность», № 7- 8 (24 - 25), 2005. С. 11 - 15.

9. Рыбалкина М.А. Нанотехнологии для всех // <http://ribalkina.narod.ru>.

10. Филиппов А.Ю., Флёрова А.Н., Брызгалов Ю.И., Костина Г.А. Государственный рубрикатор научно-технической информации как инструмент для анализа научной, научно-технической и инновационной деятельности по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники Российской Федерации // «Конкурс», № 1, 2005. С. 37 - 39.

11. Флёрова А.Н. Что такое нанотехнологии // «Конкурс», № 2, 2004. С. 15 - 17.

12. www.fcntp.ru.

Термины в области нанотехнологий

В Концепции развития в Российской Федерации работ в области нанотехнологий на период до 2010 года, одобренной Правительством Российской Федерации (18 ноября 2004 г.), используются следующие термины.

Нанотехнология - совокупность методов и приемов, обеспечивающих возможность контролируемым образом создавать и модифицировать объекты, включающие компоненты размером менее 100 нм хотя бы в одном измерении и в результате этого получившие принципиально новые качества, позволяющие осуществлять их интеграцию в полноценно функционирующие системы большего масштаба; в более широком

смысле этот термин охватывает также методы диагностики, характерологии и исследования таких объектов.

Наноматериал - материал, содержащий структурные элементы, геометрический размер которых хотя бы в одном измерении не превышает 100 нм, и благодаря этому обладающий качественно новыми свойствами, в том числе заданными функциональными и эксплуатационными характеристиками.

Наносистемная техника - созданные полностью или частично на основе наноматериалов и нанотехнологий функционально законченные системы и устройства, характеристики которых кардинальным образом отличаются от характеристик систем и устройств аналогичного назначения, созданных по традиционным технологиям.

Наноиндустрия - вид деятельности по созданию продукции на основе нанотехнологий, наноматериалов и наносистемной техники.

Справка

Правительство РФ решило двигаться вперед с помощью нанотехнологий

На очередном заседании правительства в сентябре с.г. был рассмотрен вопрос о нанотехнологиях, которые обещают миру очередную и скорую научно-техническую революцию. За 10 лет мировой рынок нанотехнологий достигнет \$340 млрд и превзойдет рынки, связанные с электроникой, медициной, химией, энергетикой.

Министр образования и науки Андрей Фурсенко представил программу развития нанотехнологий, которая предполагает выделение из бюджета 30 млрд руб. на 5 лет уже с 2007 года. По словам министра, сосредоточиться надо на шести приоритетных областях, потому что на весь нанотехнологический спектр средств в казне не хватит. Премьер Михаил Фрадков по важности сравнил программу развития нанотехнологий с атомным проектом. Министр внес поправку: атомный проект был направлен на конкретный продукт, а нанотехнологии – это механизм, который откроет новые горизонты всем областям от сельского хозяйства до космоса.

Нанотехнологии – одно из самых модных и распространенных слов научного лексикона. Но, как сказал премьер, «половина присутствующих не знает, что это такое, но знает, что без этого жить нельзя». Если попросту, нанотехнологии – это процесс построения новых объектов при помощи манипуляций с отдельными атомами, что дает возможность изменять привычный мир, строить в нем, как из кирпичиков, молекулы с желаемыми свойствами. Потому спектр применения нанотехнологий безграничен. В мире суммарные ассигнования правительств на новое направление достигают \$5 млрд, еще столько же выделяет бизнес.

После обсуждения проблемы Программа развития нанотехнологий была принята.

Справку подготовил соб. инф.