

**МЕДВЕДЕВА С. А. MEDVEDEVA S. A.**  
Доктор химических наук, профессор, профессор  
Иркутского национального исследовательского  
технического университета,  
Эл. почта: jrsam@mail.ru

Doctor of Chemical Sciences, professor,  
Professor of the Irkutsk National  
Research Technical University.  
E-mail: jrsam@mail.ru

**ЛАРИОНОВА Е. Ю. LARIONOVA E. Y.**  
Доктор химических наук, доцент,  
профессор кафедры информационно-  
правовых дисциплин  
Восточно-Сибирского  
института МВД России.  
Эл. почта: lari555@mail.ru

Doctor of Chemistry, associate professor,  
professor of the Department of  
information and legal disciplines of the  
East Siberian institute of the Ministry of  
Internal Affairs of the Russian Federa-  
tion.  
E-mail: lari555@mail.ru

## **НАНОТЕХНОЛОГИИ В СУДЕБНО-ЭКСПЕРТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. ЧАСТЬ I. ПЕРСПЕКТИВЫ И ОПАСНОСТИ НАНОТЕХНОЛОГИЙ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ**

***Аннотация.** В данной работе кратко представлен анализ динамики формирования активности разработок в области нанотехнологий в России и за рубежом. Рассмотрены перспективы использования наноматериалов и нанодостижений в различных отраслях, в том числе судебно-экспертной и криминалистической деятельности. Дана оценка опасности и рисков масштабного внедрения нанотехнологий и пути их минимизации созданием нормативно-законодательной базы.*

***Ключевые слова:** нанотехнологии, наноматериалы, перспективы и опасности, пути контроля и управления нанорисками*

## **NANOTECHNOLOGY IN THE FORENSIC EXPERT ACTIVITY. PART I. PROSPECTS AND DANGERS OF THE NANOTECHNOLOGY AT THE PRESENT STAGE**

***Annotation.** The article gives a brief analysis of the formation activity dynamics in the field of the nanotechnology in Russia and abroad. It also gives the assessment of the prospects of using fundamentally new materials created on the nanodostizheny basis, the implementation dangers and the ways of their minimization by creating regulatory framework.*

***Keywords:** nanotechnology and nanoindustry, innovations, methods of the forensic expert research, nanotechnology risks and nanorisks*

Наиболее развитые страны современного общества стоят на пороге освоения шестого технологического уклада, локомотивными отраслями которого при-

знан ряд направлений развития науки, технологий и техники, в том числе, новые материалы и нанотехнологии. Согласно Президентской инициативе «Стратегия развития nanoиндустрии» [1], «nanoиндустрия в XXI веке будет определять прогресс и состояние дел во всех областях человеческой деятельности».

Предполагаемые всеобъемлющие возможности nanoиндустрии и нанотехнологий способны обеспечить огромные перспективы в модернизации техники, методов, методологии судебной экспертизы и криминалистики, позволят работать с объектами экспертизы на нанометровом уровне, обеспечив высокую точность и экспрессность анализов. Инновационные преобразования судебной экспертизы – одна из актуальных задач, поскольку в ближайшем будущем и предметом исследования экспертизы окажутся nanoобъекты. Успешная наномодернизация «человеческой деятельности», безусловно, будет определяться уровнем научно-технического развития и возможностью внедрения нанодостижений.

В данной работе представлен краткий анализ формирования в России активности разработок в области нанотехнологий, их перспектив и рисков.

Достижения nanoиндустрии, находящейся в настоящее время на начальном этапе развития, пока во многом определяется новыми идеями. Разработки новых нанотехнологий и наноматериалов быстрыми темпами ведутся во всех странах, имеющих программы по развитию нанотехнологий, прежде всего это США, Япония, Китай, Германия. Динамика инвестиций в эту отрасль до 2006 г. представлена на рисунке 1 [2].

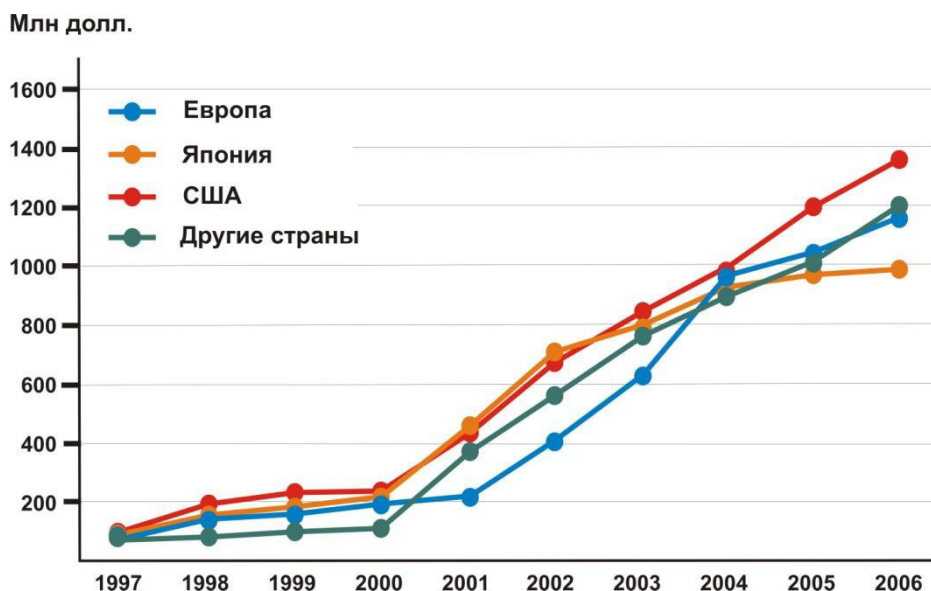


Рисунок 1 – Динамика роста инвестиций (государственных и частных) в nanoиндустрию в мире

Согласно прогнозам Lux Research мировой рынок nanoиндустрии продолжает свой рост бурными темпами – в период 2015–2020 гг. со среднегодовой

скоростью 15% и в 2020 г. его объем составит более 6 триллионов долларов США [3].

Доля российской отечественной продукции наноиндустрии на мировом рынке высоких технологий планировалась к 2015 г. в объеме около 3%. Однако достичь этого уровня Россия не смогла. Во многом сказался тот факт, что нанотехнологические разработки Россия начала на 7–10 лет позже, чем зарубежные страны. В результате, Россия пока отстает от мировых лидеров отрасли – США, Японии и ЕС как по показателям развития НИОКР, так и по коммерциализации изобретений [4].

Основы государственной политики России в сфере наноиндустрии были определены в Президентской инициативе «Стратегия развития наноиндустрии» и «Программе развития наноиндустрии в Российской Федерации до 2015 года» [1, 5], согласно которым в России должна быть сформирована национальная нанотехнологическая сеть и обеспечены условия для ее эффективной деятельности.

Для реализации государственной политики по развитию наноиндустрии в 2007 году по инициативе Президента России была создана Госкорпорация «Роснано», преобразованная в 2010 году в Группу РОСНАНО. В 2010 г. был организован Фонд инфраструктурных и образовательных программ, задачей которого является развитие инновационной инфраструктуры наноиндустрии и связанных с ней высокотехнологичных секторов в России. В настоящее время Россия активно развивает рынок нанотехнологий, увеличивая выпуск отечественной нанопродукции, динамика которого представлена в таблице 1 [6].

Таблица 1

Динамика выпуска продукции наноиндустрии в России, млрд руб.

Год выпуска	2013	2014	2015	2016
Выпуск нанопродукции	522,2	944,3	1269,3	1579,9

По данным Росстата, в 2016 году продукцию, связанную с нанотехнологиями, выпускали уже более 500 предприятий и организаций из 57 регионов страны. Сегодня в 11 регионах России работает 15 нанотехнологических центров – «узлов» первой в России венчуростроительной сети. Ведется активная работа в шести уникальных кластерах в сфере наноиндустрии: «Ядерная медицина», «Инновационная нанобиофармацевтика», «Солнечная энергетика», «Новые материалы», «Покрывтия и модификация поверхности», «Наноэлектроника и фотоника». Планируется начать работы еще в пяти направлениях, в кластерах: «Гибкая электроника», «Наномодифицированные материалы», «Переработка твёрдых отходов», «Промышленное хранение энергии» и «Ветроэнергетика». Наноцентрами создано более 550 стартапов в самых разных технологических областях [6].

В 2016 году более 76% производства российской продукции наноиндустрии сосредоточилось пока в трех отраслях: производство кокса и нефтепро-

дуктов, металлургическое производство и химическое производство. Отличительной чертой последнего времени является взрывной рост нанoeлектроники, обусловленный высоким спросом на мобильные цифровые устройства, а также динамичное развитие отраслей наномедицины и наноматериалов.

Взрывное развитие и освоение нанотехнологий обеспечивают уникальные свойства наночастиц и возможность работать на молекулярном уровне. В наноразмерном состоянии (в диапазоне от 1 до 100 нанометров,  $1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$ ) частицы обладают качественно новыми свойствами, функциональной активностью и эксплуатационными характеристиками, а вещества приобретают новые химические, физические и биологические свойства, существенно отличающиеся от их свойств в макрообъемном состоянии. Это позволяет создавать товары и технологии с новыми и уникальными свойствами (с высокой прочностью, сверхпроводимостью, отличительными капиллярными, оптическими, магнитными и др. свойствами).

Уже сегодня достижения нанотехнологий позволили осуществить прорыв в самых разных сферах жизнедеятельности современного общества – оборонной промышленности, медицины, научных исследований, информационных технологий, судебной экспертизы и др.

Например, в области медицины – наноматериалы используются в качестве хорошо приживающихся имплантантов и протезов, перспективны для лечения и диагностики онкологических заболеваний ферромагнитные жидкости, содержащие нанопорошки железа и никеля; в области судебной экспертизы – разработка новых методик проведения генотипоскопической экспертизы – генотипирования биологического материала на основе биочипов, главным элементом которых является матрица, содержащая молекулярные зонды.

Прогнозируют [1, 7, 8], что в ближайшие несколько лет применение нанотехнологий в промышленных масштабах качественно изменит многие сферы человеческой деятельности, повседневную жизнь людей. Изменяются технологии строительства и архитектурные решения. Будут созданы автомобили, работающие на водородных топливных элементах. Новые системы управления, легкие и прочные конструкционные материалы значительно увеличат надежность и снизят стоимость летательных аппаратов всех типов, прежде всего самолетов и космических кораблей. Новые принципы медицинского обслуживания (внедрение принципиально новых диагностических средств (биочипов), использование микроробототехнических, микросенсорных систем для телемедицины, наноструктурированные материалы с эффектом памяти формы и "самозалечивающиеся" материалы) позволят повысить качество жизни и увеличить ее продолжительность.

Фактически с помощью достижений в области нанотехнологий могут быть в перспективе решены ключевые проблемы цивилизации: энергетическая, экологическая и продовольственная безопасность, качество жизни, образования и общественного управления, борьба с бедностью, болезнями и терроризмом.

Перспективы развития данного приоритетного направления определяют и вызовы, которые следует учитывать. Это повышение экологических требований к производству; угроза негативного воздействия нанопродуктов на здоровье и безопасность человека; угроза неконтролируемого распространения продуктов,

производимых с использованием нанотехнологий; глобальный дефицит энергоресурсов и сырья для производства новых материалов; распространение новых загрязняющих веществ (в т.ч. наночастиц) в окружающей среде [1].

Масштабное внедрение нанотехнологий приведет к новому жизненному укладу и появлению новых рисков, наиболее важными из них являются социальные, экономические, политические, экологические и этические опасности (в профессиональной среде уже используется термин нанозтика). Особо следует подчеркнуть риски достижений в создании биоробототехнических систем, в том числе, в военной технике (наноразмерные следящие за всем устройства, боевые насекомые, пилотные образцы которых уже имеются в США и Израиле, нанобиологическое оружие и др.) [8]. Потребуется беспрецедентные усилия мирового сообщества по ограничению развития военной нанотехники, введению режимов ограничения доступа к ней, установлению действенных процедур международного контроля, от которых будет прямо зависеть выживаемость человечества в XXI веке.

Наступающая эра нанотехнологий неизбежно привнесет в окружающую среду серьезное количество наноматериалов и соответственно отходов их эксплуатации. И, несмотря на то, что люди подвергались воздействию наноразмерных частиц на всех стадиях эволюции, сегодня сила этого воздействия резко возрастает вследствие увеличения роли антропогенных источников. Настораживающим и опасным становится то, что жизненный цикл ни одного из нанопродуктов пока еще не был изучен в полном объеме на безопасность. Практически нет данных по воздействию наночастиц и нанообъектов на человека и на экосистемы как целого, или на популяцию как части экосистемы.

Пока проводятся исследования только на животных, целью которых является выявление принципов работы нанообъектов. На основании этих разработок известно, что благодаря очень малым размерам наночастицы обладают высокой способностью проникать через мембраны внутрь клеток и разрушать их. Последствия, вызванные попаданием наночастиц в мозг, печень и другие, жизненно важные, органы, где они способны накапливаться, могут быть опасны для здоровья и жизни человека и животных. Информационный банк данных о токсичности наноматериалов уже большой, но далеко недостаточный [7–9].

Сегодня на мировом рынке представлен большой перечень товаров, произведенных с помощью нанотехнологий – электроника, одежда, косметика, фармпрепараты, бытовая техника и другие, которые отличаются улучшенными свойствами и поэтому более востребованы. В Россию большинство товаров импортируются, а следовательно, должны проходить специальную сертификацию и контроль.

Вопросы техносферной безопасности имеют приоритетное значение для современного общества, так как пренебрежение ими или их недооценка грозят весьма серьезными последствиями для здоровья людей и окружающей среды. Вопрос безопасности нанотехнологий при многостороннем их использовании приобретает первостепенное значение.

Одно из направлений контроля опасности и рисков нанопродукции и нанотехнологий – это разработка нормативных документов, регламентирующих

производство, качество, контроль нанопродукции, нанотехнологий и охрану труда организаций, выпускающих нанопродукцию.

Серьезность проблемы опасностей от применения нанотехнологий осознается во всем мире. Страны – члены ОЭСР совместными усилиями реализуют Программы по Безопасности Окружающей Среды и Здоровья. Этой проблемой занимается Национальный институт здоровья США, Агентство по охране окружающей среды EPA и др. ЮНЕСКО еще в конце 2008 года были определены этические рамки, регулирующие распространение нанотехнологий и наноматериалов в современных условиях. В 2007 г. Международной коалицией 44 общественных, профсоюзных, экологических организаций была выработана и принята Декларация, в которой выделены восемь фундаментальных принципов, необходимых для адекватного и эффективного надзора и оценки новой области нанотехнологий.

Разработку новых стандартов в области нанотехнологий ведет Технический комитет ИСО/ТК 229, созданный в рамках Международной организации по стандартизации (ISO), объединяющей уже 160 стран-членов ISO. Утвержденные в последние годы стандарты по нанотехнологиям публикуются в каталоге стандартов ISO/ТС 229.

В 2013 г. решением 43-го заседания Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации Содружества Независимых Государств создан межгосударственный технический комитет по стандартизации (МТК 441) «Нанотехнологии», направлением деятельности которого является организация и проведение работ по межгосударственной стандартизации в области нанотехнологий.

В России первичный контроль за нанопродукцией осуществляется на основании ряда руководящих документов. В 2010 г. были опубликованы методические рекомендации 1.2.0016-10 «Методика классифицирования нанотехнологий и продукции наноиндустрии по степени их потенциальной опасности» для работников нанотехнологических производств и среды обитания, включающие обширную нормативно-техническую документацию, разработанную за период 2009-2010 гг. В 2011 г. разработаны системы экологического менеджмента и охраны труда для организаций, выпускающих нанопродукцию.

В 2014 г. утвержден ГОСТ ISO/TS 80004-1-2014 «Нанотехнологии» и опубликована программа стандартизации в наноиндустрии. В июне 2017 г. Правительством был утвержден сам План мероприятий по реализации Стратегии научно-технологического развития РФ на 2017-2019 годы (первый этап) [10]. Согласно проекту плана мероприятий по реализации стратегии развития российской наноиндустрии, подготовленного Минобрнауки РФ, в настоящее время активно осуществляется разработка национальной системы стандартов и сертификации в сфере нанотехнологий и наноматериалов, гармонизированной с международной системой.

### **Заключение**

Представленный выше анализ свидетельствует об успешных разработках нанотехнологий и нормативно-технической документации для их контроля в России и за рубежом. Учитывая то, что в стране меняется парадигма государ-

ственного надзора в сфере промышленной безопасности, то есть существующие системы контроля дополняются и модернизируются риск-ориентированными подходами обеспечения безопасности, в частности, выявления и анализа рисков, в области нанотехнологий предстоит большая и непростая работа по выявлению и тестированию нанорисков, а следовательно, серьезная работа по контролю за допустимым использованием и внедрением нанопродукции. В этих рамках сегодня придется формировать новую «наноступень» системы судебной экспертизы и криминалистики.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Президентская инициатива «Стратегия развития nanoиндустрии». (утв. Президентом РФ 24.04.2007 N Пр-688). // URL: <https://zakonbase.ru/content/base/137451> (дата обращения: 07.02.2018).
2. Результаты анализа nanoиндустрии в рамках ТС и ЕЭП (аналитический материал) Евразийская экономическая комиссия // URL: <http://www.rusnor.org>rusnor.org/upload/My/2015/article/evcom/analiz.pdf> (дата обращения: 07.02.2018).
3. Годовой отчет акционерного общества «РОСНАНО» за 2016 год // URL:[http://www.rusnano.com/upload/images/normativedocs/ROSNANO-AO\\_Annual\\_Report\\_2016\\_RUS.pdf](http://www.rusnano.com/upload/images/normativedocs/ROSNANO-AO_Annual_Report_2016_RUS.pdf) (дата обращения: 07.02.2018).
4. Рынок нанотехнологий в России (аналитика) // URL: [www.nanodigest.ru/content/view/574/39](http://www.nanodigest.ru/content/view/574/39) (дата обращения: 07.02.2018).
5. Программа развития nanoиндустрии в Российской Федерации до 2015 года (одобрено Правительством РФ 17 янв. 2008г.) // URL: [nbchr.ru>PDF/nano\\_05\\_01.pdf](http://nbchr.ru>PDF/nano_05_01.pdf) (дата обращения: 07.02.2018).
6. Технологии новых поколений. Годовой отчет фонда инфраструктурных и образовательных программ // URL: [http://www.rusnano.com/upload/images/documents/ФИОП\\_Годовой\\_отчет\\_2016](http://www.rusnano.com/upload/images/documents/ФИОП_Годовой_отчет_2016) (дата обращения: 10.12.2017).
7. Елисеев А.А. Функциональные наноматериалы / А.А. Елисеев, А.В. Лукашин; под ред. Ю.Д. Третьякова. – М: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 456 с.
8. Кричевский Г.Е. Опасности и риски нанотехнологий и принципы контроля за нанотехнологиями и наноматериалами // Нанотехнологии и охрана здоровья. – 2010. – № 3. – С. 10–24.
9. Халл М. Нанотехнологии и экология: риски, нормативно-правовое регулирование и управление / М. Халл, Д. Боумен; пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. – 2013. – 344 с.
10. О плане мероприятий по реализации Стратегии научно-технологического развития РФ на 2017-2019 гг. (первый этап) (Распоряжение Правительства РФ от 24 июня 2017 г. N 1325-п) URL:<http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71609216/#ixzz56nNmqEmh> (дата обращения: 07.02.2018).