

## СТАНОВЛЕНИЕ СОВРЕМЕННОГО РЫНКА НАНОИНДУСТРИИ

**А.Е. Воробьев, Г.А. Кочофа, В.П. Малюков, З.В. Лысенкова,  
И.Л. Капитонова, Мартин Зарума Торес, А.С. Каукунова,  
А.В. Синченко, Е.В. Чекушина, И.М. Нарожный,  
Р. Ибрагимов**

Кафедра нефтепромысловой геологии,  
горного и нефтегазового дела  
Инженерный факультет  
Российский университет дружбы народов  
*ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 115419*

В статье представлены перспективы такого приоритетного направления развития мирового научного и технологического сообщества, как применение промышленных нанотехнологий. Авторами проанализированы национальные программы развития нанотехнологий в различных странах.

**Ключевые слова:** нанотехнологии, наноматериалы, nanoиндустрия, интеллектуальная собственность, программа развития.

Наблюдаемый в настоящее время практически повсеместный переход к широкому применению промышленных нанотехнологий является одним из важнейших направлений эффективного мирового научного и технологического развития.

В частности, если в 2000 г. мировой рынок нанопродукции оценивался в 2,6 млрд долл. США, то уже в 2009 г. объемы продаж разнообразных продуктов нанотехнологий составили уже 11,67 млрд долл., а в 2014 г. они достигли значения более 25 млрд долл. [5]. По прогнозам аналитиков BCC Research, в 2015 г. этот показатель достигнет величины 26 млрд долл. (с ежегодными темпами роста в 11,1%) [10]. По прогнозу Национального фонда науки США, к 2015 г. годовой оборот рынка продуктов и услуг nanoиндустрии достигнет значения 1 трлн долл.

В 2009 г. самым крупным сегментом рынка нанотехнологий стала продажа наноматериалов — их вклад составил 9,027 млрд долл. К 2015 г. объем продаж наноматериалов достигнет значения 19,6 млрд долл. (с ежегодными темпами роста в 14,7%) [10]. Сегмент продаж nanoинструментов занял 2-е место — 2,613 млрд долл. Намечено, что к 2015 г. продажи nanoинструментов достигнут величины 6,8 млрд долл.

В процентном соотношении облик такого рынка прогнозируется следующим образом (табл. 1).

Таблица 1

**Соотношение различных сегментов рынка nanoиндустрии [1]**

Направления nanoиндустрии	Доли рынка, %
Нанoeлектроника	40—45
Наноматериалы	30—35
Нанобиотехнологии	9—14
Полимеры	8—12
Нанoeлектрохимия	3—5
Нанооптика	2—4

В дальнейшем наиболее быстрорастущим сегментом рынка наноиндустрии станут различные наноустройства [10]. Так, если в 2009 г. объем продаж наноустройств составил всего 31 млн долл., то впоследствии их продажи росли на 46% ежегодно и в 2015 г. они достигнут величины 233,7 млн долл.

В настоящий момент доля России в общемировом технологическом секторе чрезвычайно мала и составляет около 0,3%, а на рынке нанотехнологий — лишь 0,04% [10].

Необходимо также отметить, что интенсивно развивается и такой сегмент рынка наноиндустрии, как различная интеллектуальная собственность (табл. 2).

Таблица 2

**Научная активность стран мира в области нанотехнологий (2005–2007 гг.)**

Страна	Научные публикации		Патенты	
	Ед.	%	Ед.	%
США	40 133	26	6 065	52
ЕС	43 659	28	2 400	21
Китай	35 496	23	126	1
Япония	15 009	10	1 235	11
Южная Корея	9 423	6	573	5
Россия	4 650	3	70	1
Весь мир	156 273	100	11 638	100

Источник: URL: <http://www.portalnano.ru/news/read/60>

Так, в 2003 г. в области нанотехнологий и наноматериалов в мире было зарегистрировано 8600 патентов на изобретения (в 1976—2003 гг. на США приходилось свыше 60% таких патентов). В частности, в 2003 г. из 8600 этих патентов в странах «Большой восьмерки» на США приходилось 5228 патентов, Японию — 926, Германию — 684, Канаду — 244 и Францию — 183 [5]. В свою очередь, в США наибольшее количество патентов на изобретения в области нанотехнологий и наноматериалов используют такие компании, как IBM, Intel и L'Oreal.

Осознавая необходимость успешного развития нанотехнологий, правительственные структуры более чем 35 стран мира уже разработали различные специализированные национальные стратегии, направленные на формирование комплексной системы поддержки исследований в сфере нанотехнологий, последующую коммерциализацию результатов научно-исследовательской деятельности и продвижение продукции наноиндустрии на мировые рынки сбыта высокотехнологичной продукции [7].

В частности, для поддержки и развития наноиндустрии в США с 2000 г. действует Программа развития нанотехнологических исследований «Национальная нанотехнологическая инициатива». В течение 2001—2005 гг. государственное финансирование этой Программы составляло более 4 млрд долл. (причем частные инвестиции примерно в 10 раз превосходили правительственные), а число ученых, занятых в ней, превышало 100 000 человек.

В Европейском союзе Программа развития нанотехнологий включает в себя ряд специальных проектов, направленных на установление лидирующих позиций

в основных критических направлениях в этой области (начиная с разработки наноантенн и наноустройств, и заканчивая разработкой нанороботов, способных восстанавливать большие человеческие органы). В 2007 г. в ЕС на тематическое направление «Нанонауки, наноматериалы и новые технологии» было выделено финансирование в размере 3,5 млрд евро.

В Японии с 1999 г. действует Национальная программа работ по нанотехнологии. В дальнейшем (в 2005 г.) Министерство экономики, промышленности и торговли Японии инициировало разработку Стратегии развития нанотехнологий и проведение ряда исследований, ориентированных на выявление слабых и сильных позиций японской промышленности, барьеров, возникающих при коммерциализации нанотехнологий [7].

К особенностям японской Стратегии развития нанотехнологий относятся [7]:

- плановость и централизованная поддержка государства;
- ориентация на использование наноматериалов;
- главная цель — «создание общества гармонии с природой»;
- превышение корпоративного финансирования исследований и разработок в нанотехнологии над бюджетным;
- устойчивая тенденция к переходу от исследований к коммерциализации результатов в области нанотехнологии [7].

В Китае поддержка нанотехнологий на государственном уровне (Министерством науки и технологий) начала осуществляться с 1990 г. Тогда была принята Программа по поддержке исследований и разработок на период до 2000 г. [7]. В 2001 г. была принята новая Национальная программа развития нанотехнологий на период 2001—2006 гг. (с бюджетом в 240 млн долл.).

В результате в Китае наноиндустрия развивается значительными темпами. Здесь фундаментальные исследования в области нанотехнологии в основном проводятся в Пекине, где сосредоточено около 500 исследовательских институтов (включая институты Китайской академии наук), а также 70 университетов (с контингентом в 380 тыс. человек) [11].

В Пекине также находятся свыше 50 национальных лабораторий и более 30 инженерных центров, что превышает 33% от их общего числа в этой стране [11].

Среди них Национальный центр в области науки и нанотехнологии (NCNN) — государственная (обеспеченная самым современным оборудованием) организация, представляющая собой технологическую исследовательскую платформу, предназначенную для использования научным сообществом Китая и реализации различных международных проектов [11].

Этот Центр способствует расширению международного сотрудничества, повышению конкурентоспособности за рубежом китайских исследований в области нанонауки и нанотехнологий, проведению фундаментальных и прикладных исследований [11].

В состав Центра входят лаборатории процессов и приборов; наноматериалов и структур, медицинской и биотехники; исследования характеристик структур и тестирования; координационного и информационного офисов.

Исследовательский центр в области нанотехнологии (Tsinghua — Foxconn Nanotechnology Research Center — TFNRC) расположен в университете Синьхуа. Этот Центр полностью финансируется одним из крупнейших национальных поставщиков электронных изделий и компонентов — Foxconn Technology Group (FTG), доход которого превышает 62 млрд долл., количество сотрудников — свыше 400 тыс. человек. TFNRC был основан в 2003 г. [11]. Главная его задача — разработка и производство УНТ и сопутствующих наноматериалов и наноизделий. Общая стоимость этого Центра и уставленного в нем исследовательского оборудования превышает 35 млн долл.

Муниципальное правительство КНР поддерживает nanoисследования и соответствующие разработки через Научно-техническую комиссию Пекина и главным образом через входящий в ее состав Центр новых материалов [11]. Годовой бюджет этой Комиссии составляет около 14,7 млн долл.

Промышленная реализация нанотехнологии и защита интеллектуальной собственности в этой сфере в Шанхае достигли довольно широкого размаха — свыше 200 предприятий выпускают различные изделия нанотехники, а годовой объем такой продукции (включающей и нанообъекты) увеличился с 25 млрд в 2006 г. до 45 млрд долл. в 2009 г. [11].

К числу наиболее интересных исследовательских учреждений Южной группы Китая относится основанный в 2001 г. Шанхайский центр стимулирования развития нанотехнологии (SNPC), который финансируется центральным и муниципальными правительствами Шанхая, а также Национальной комиссией развития и реформ (NDRC) [11]. Главная задача этого Центра — содействие коммерциализации наиболее перспективных разработок в области наноиндустрии.

Это осуществляется несколькими способами [11]:

- финансированием прикладных работ, через исследовательскую платформу, сформированную для облегчения процесса коммерциализации разработок;
- благодаря созданию необходимых условий для обязательного тестирования наноматериалов;
- через организацию симпозиумов и международных конференций по нанотехнологии;
- посредством обучения ученых и инженеров работе на специализированном оборудовании, используемом для nanoисследований.

Данный Центр является своеобразным инкубатором и оказывает разнообразное содействие стартующим фирмам (до момента их выхода на рынок). Это касается юридических услуг и технологической поддержки. Кроме этого выдаются кредиты на оплату лабораторных помещений и офисов. В настоящее время этим Центром поддерживается около 80 компаний. Годовой бюджет этой организации (выделяемый муниципальным правительством Китая) составляет ~14,7 млн долл.

В 2003 г. был основан Национальный научно-технический центр в области нанотехнологии Национальной комиссией развития и реформ Китая. В этом Центре проводят современные работы Фуданский университет, Шанхайский институт микросистем и информационной технологии, фирма Shanghai Zizhu Venture Capital и др. [11].

Исследовательский центр в области нанонауки Шанхайского университета был создан в 2000 г. [11]. Основные направления работы этой организации: наноматериалы, нанобиология, микро- и наномеханика. В рамках этого Центра формируется региональная база по опытному тестированию применения нанотехнологии.

Был также образован Нанобиомедицинский исследовательский центр Шанхайского университета Jiaotong [11].

Исследовательский институт микро- и нанонауки и технологии (RIMNST) (филиал Шанхайского университета Jiaotong) был создан в 1983 г. [11]. Он был первым исследовательским институтом в Китае, работающим в этой области. RIMNST объединяет несколько исследовательских платформ и превратился в главную лабораторию этой страны по микро- и нанообработке, оснащенную самым современным оборудованием для проведения различных работ в этой области.

Исследования в этой организации осуществляются по следующим направлениям:

- некремниевую микрообработку и МЭМС;
- нанобиомедицинские технологии;
- нанотехнологию и НЭМС.

Согласно Шанхайскому XI плану научно-технического развития основной упор был сделан на информационные технологии (ИТ), а также совершенствование действующих производственных технологий, охрану окружающей среды и здравоохранение [11].

В области ИТ поддержка оказывается исследованиям и разработкам по конструированию, тестированию, разработке технологических процессов и материалов для изготовления интегральных схем (ИС) с характеристическими размерами элементов 90 нм, а также нано- и микротехнологии (в том числе направленные на формирование межсоединений на наноуровне) [11].

В области совершенствования производственной технологии поддержка оказывается конструированию, современным технологическим процессам, системной интеграции и разработке технологии перспективных материалов. Сюда относятся изделия с малым потреблением энергии, оборудование для транспортировки, биомедицинские и электронные приборы, прецизионное цифровое технологическое оборудование [11].

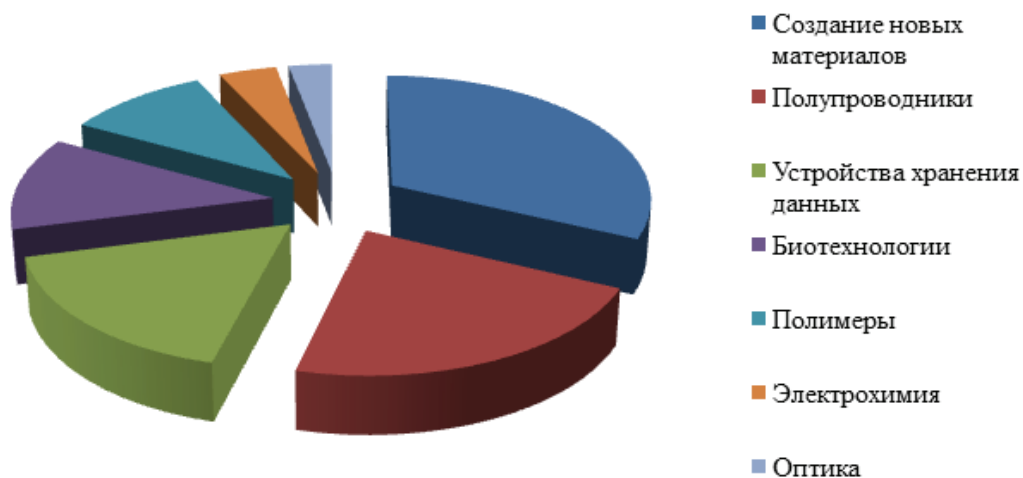
Значительный вклад в прогресс в нанообласти вносят центры в Ксиане (Xi'an) и Ланжу (Lanzhou) (Северо-Запад), Ченгду (Chengdu) (Юго-Запад) и Wuhan (Центральная Южная область Китая) [11].

В Беларуси была проведена подготовительная работа по созданию Национального научно-технологического парка «Белбиоград», а также подготовка проекта «Концепции формирования и развития наноиндустрии в республике», которые вошли в План совместных действий правительства и Национального банка по достижению в 2012 году запланированных параметров социально-экономического развития [3].

Нанотехнологии являются сквозными технологиями, применение которых возможно в различных отраслях национальной экономики — АПК, промышленности и ИТ-сфере [3]. Массовое использование нанотехнологий будет способст-

водить появлению значительного количества белорусских товаров с принципиально новыми свойствами. Поэтому для будущего белорусской экономики актуальным является вопрос выбора оптимальных форм хозяйствования и управления, а также инструментов и механизмов стимулирования и господдержки нанотехнологической отрасли.

В Послании Президента Республики Казахстан народу Казахстана от 17 января 2014 г. были выделены важные сектора национальной экономики: мобильных и мультимедийных технологий, нано- и космических технологий, робототехники, геномной инженерии, поиска и открытия энергии будущего. Сегментирование казахстанского рынка нанотехнологий показано на рис. 1.



**Рис. 1.** Сегментирование казахстанского рынка нанотехнологий по направлениям исследований в 2009 г. [2]

В результате в Казахстане был создан и функционирует Технический комитет по стандартизации ТК 72 «Нанотехнологии» [9]. К настоящему времени ТК 72 разработаны первые семь стандартов и проведена экспертиза семи проектов СТ РК.

Развитие и становление nanoиндустрии в Российской Федерации определяется следующими стратегическими документами [6; 12]:

— Концепцией развития в Российской Федерации работ в области нанотехнологий на период до 2010 года (одобрена Правительством РФ 18 ноября 2004 г. № МФ-П7—6194);

— Федеральной целевой программой «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007—2012 годы» (постановление Правительства РФ № 613 от 17 октября 2006 г.). Реализация стратегической цели этой Программы включает два этапа: первый этап — 2008—2011 гг., второй этап — 2012—2015 гг.;

— президентской инициативой «Стратегия развития nanoиндустрии» (№ Пр-688 от 24 апреля 2007 г.);

— федеральной целевой программой «Развитие инфраструктуры nanoиндустрии в Российской Федерации на 2008—2010 годы» (постановление Правитель-

ства РФ № 498 от 2 августа 2007 г.). Динамика распределения средств по направлениям программы показана на рис. 2;

— Программой развития nanoиндустрии в Российской Федерации до 2015 года (одобрена Правительством РФ 4 мая 2008 г. ВЗ-П7-2702). Направления и объемы финансирования приведены в табл. 3;

— Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года (Утв. распоряжением Правительства РФ № 1662-р от 17 ноября 2008 г.).

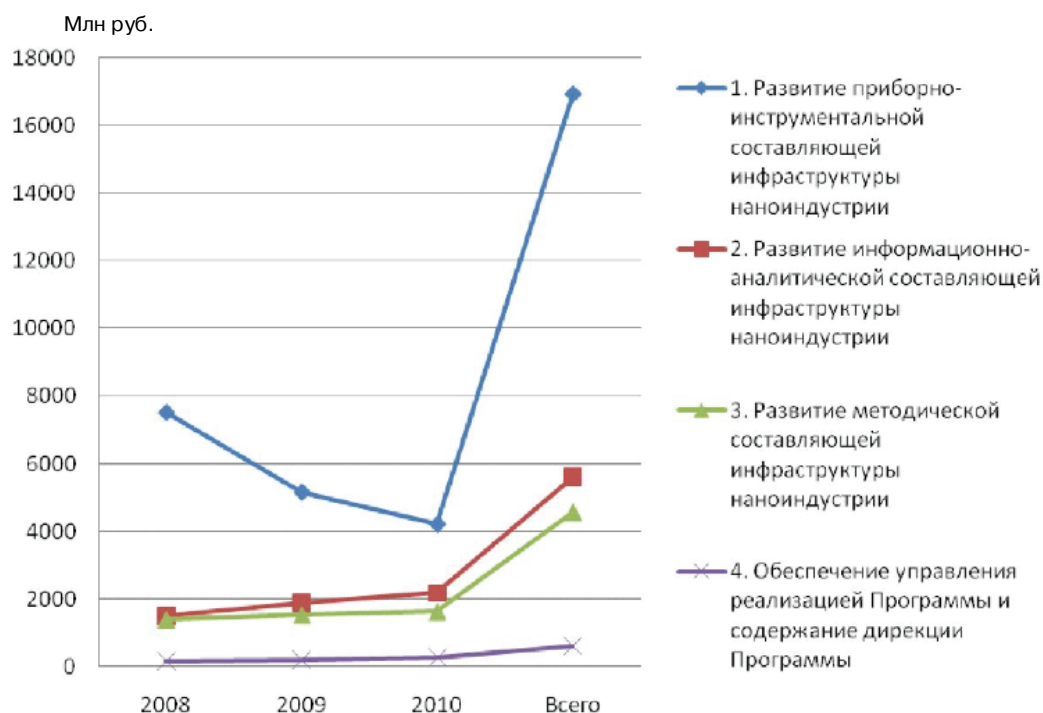


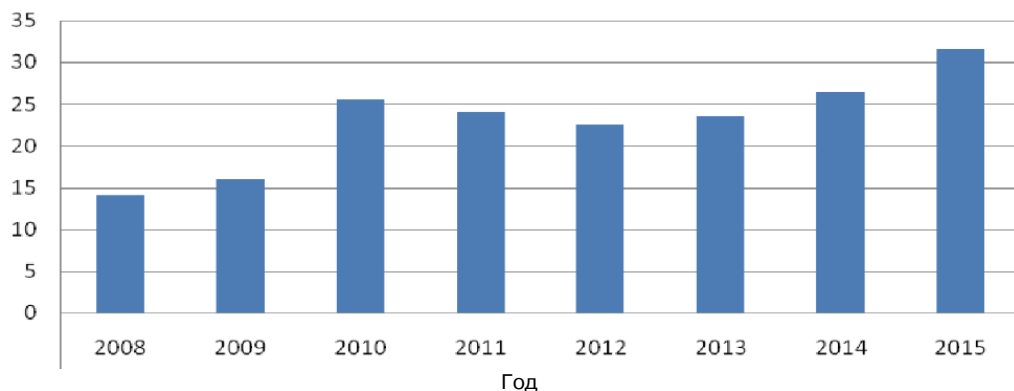
Рис. 2. Динамика распределения средств по направлениям программы развития nanoиндустрии в РФ [7]

Таблица 3

**Финансирование «Программы развития в РФ работ в области нанотехнологий и наноматериалов до 2015 г.» [8]**

Направления финансирования	Объемы финансирования, млн руб.				
	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2008—2015 гг.
Бюджетное и внебюджетное финансирование НИОКР в специализированных направлениях nanoиндустрии	8 177,8	9 824,9	11 228,9	13 135,6	68 026
Бюджетное и внебюджетное финансирование создания инфраструктуры nanoиндустрии	10 917,5	9 139,7	8 957,8	1 962	30 977
Финансирование инновационных проектов развития nanoиндустрии	140	250	400	600	1 390
Итого	19 235,3	19 214,6	20 586,7	15 697,6	100 393

Особенностью российского подхода к поддержке нанотехнологий можно назвать реализацию с помощью созданной в 2007 г. государственной специализированной российской корпорации нанотехнологий (ГК «Роснанотех») [7]. В ее функции входит организационная и финансовая поддержка инновационной деятельности в сфере нанотехнологий (рис. 3).



**Рис. 3.** Динамика объемов инвестиций ГК «Роснанотех» в 2008—2015 гг., млрд руб. [7]

В 2008 г. в ГК «Роснанотех» были приняты решения о финансировании семи инвестиционных проектов на общую сумму 10,3 млрд руб. (средства корпорации — 5,5 млрд руб.) [7].

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Алексенко А.Г.* Нанотехнология как основа новой Научно-технической революции // Наука и технологии в промышленности. — 2004. — № 3—4. — С. 56—61. [*Aleksenko A.G.* Nanotehnologiya kak osnova novoy Nauchno-tehnicheskoy revolyutsii // Nauka i tehnologii v promyishlennosti. — 2004. — № 3—4. — S. 56—61.]
- [2] Аналитическая справка развития нанотехнологий в Республике Казахстан. — URL: [http://nanotechnology.kz/index.php?id=113&Itemid=555&option=com\\_content&view=article](http://nanotechnology.kz/index.php?id=113&Itemid=555&option=com_content&view=article) [*Analiticheskaya spravka razvitiya nanotehnologiy v Respublike Kazahstan.* — URL: [http://nanotechnology.kz/index.php?id=113&Itemid=555&option=com\\_content&view=article](http://nanotechnology.kz/index.php?id=113&Itemid=555&option=com_content&view=article)]
- [3] В Беларуси разрабатывается концепция формирования и развития nanoиндустрии. — URL: [http://naviny.by/rubrics/economic/2012/04/19/ic\\_news\\_113\\_391698](http://naviny.by/rubrics/economic/2012/04/19/ic_news_113_391698) [*V Belarusi razrabatyvaetsya kontseptsiya formirovaniya i razvitiya nanoindustrii.* — URL: [http://naviny.by/rubrics/economic/2012/04/19/ic\\_news\\_113\\_391698](http://naviny.by/rubrics/economic/2012/04/19/ic_news_113_391698)]
- [4] *Воробьев А.Е., Малуков В.П.* Наноявления и нанотехнологии при разработке нефтяных и газовых месторождений. — М.: РУДН, 2009. — 106 с. [*Vorobev A.E., Malyukov V.P.* Nanoyavleniya i nanotehnologii pri razrabotke neftyanyh i gazovyh mestorozhdeniy. — М.: RUDN, 2009. — 106 s.]
- [5] *Киселев В.Н., Рубвальтер Д.А., Руденский О.В.* Инновационная политика в области нанотехнологий: опыт США и ЕС. [*Kiselev V.N., Rubvalter D.A., Rudenskiy O.V.* Innovatsionnaya politika v oblasti nanotehnologiy: opyt SShA i ES.]
- [6] Концепция развития в РФ работ в области нанотехнологии на период до 2010 г. — М., 2004. [*Kontseptsiya razvitiya v RF rabot v oblasti nanotehnologii na period do 2010 g.* — М., 2004.]



- [7] Механизмы реализации стратегии формирования наноиндустрии в регионах России / Под ред. О.В. Иншакова. — Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2009. — 240 с. [Mehanizmy realizatsii strategii formirovaniya nanoindustrii v regionah Rossii / Pod red. O.V. Inshakova. — Volgograd: Izd-vo VolGU, 2009. — 240 s.]
- [8] Новиков Д.В. Регулирование прямого налогообложения организаций наноиндустрии: Автореф. дисс. ... к.э.н. — М., 2012. [Novikov D.V. Regulirovanie pryamogo nalogooblozheniya organizatsiy nanoindustrii: Avtoref. diss. ... k.e.n. — M., 2012.]
- [9] О состоянии и развитии работ по стандартизации в наноиндустрии. — URL: <http://fitomilli.kz/writes/3/21-gosstandart2009>. [O sostoyanii i razvitiit rabot po standartizatsii v nanoindustrii. — URL: <http://fitomilli.kz/writes/3/21-gosstandart2009>.]
- [10] Рынок нанотехнологий в России. — URL: <http://nanodigest.ru/content/view/574/39>. [Ryinok nanotekhnologiy v Rossii. — URL: <http://nanodigest.ru/content/view/574/39>.]
- [11] Юдинцев В. Становление наноиндустрии в КНР // Наноиндустрия. — Вып. 3. — 2010. [Yudintsev V. Stanovlenie nanoindustrii v KNR // Nanoindustriya. — Vyp. 3. — 2010.]
- [12] <http://www.allbest.ru>.

## **FORMATION OF MODERN MARKET NANOINDUSTRY**

**A.E. Vorobiev, G.A. Kochofa, V.P. Malukov, Z.V. Lysenkova,  
I.L. Kapitonova, Zaruma Martin Torres, A.S. Kaukenova,  
A.V. Sinchenko, E.V. Chekushina, I.M. Narozhnyi,  
R. Ibragimov**

Department of oil-field geology, mining, oil and gas engineering  
Faculty of Engineering  
Peoples' Friendship University of Russia  
*Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115093*

The article presents the perspectives of the development priorities of the global scientific and technological community, as the use of industrial nanotechnology. The authors analyzed national programs of development of nanotechnology in various countries.

**Key words:** nanotechnology, nanomaterials, nanotech, intellectual property, software development.