

## НАНОТЕХНОЛОГИИ

УДК 330.341.1

### **ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ МИРОВОГО РЫНКА НАНОПОРОШКОВ**

**Д.В. Макаров**

Камчатский государственный университет им. Витуса Беринга,  
683031, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Пограничная, 4  
E-mail: danil.makarov.pk@yandex.ru

В работе проведен мировой анализ развития рынка нанопорошков. На основе имеющихся данных можно сделать вывод о том, что внедрение нанопорошков в различные сферы наукоемких технологий будет происходить с каждым годом более интенсивно.

*Ключевые слова: нанопорошки, инновации, анализ рынка*

© Макаров Д.В., 2014

## NANOTECHNOLOGY

MSC 82D80

### **GLOBAL MARKET FORECAST NANOPOWDERS**

**D.V. Makarov**

Vitus Bering Kamchatka State University, 683031, Petropavlovsk-Kamchatsky,  
Pogranichnaya st., 4, Russia  
E-mail: danil.makarov.pk@yandex.ru

We have made a global analysis of the market nanopowders. Based on the available data it can be concluded that the introduction of nano-powders in various spheres of high technologies will occur every year more intensively.

*Key words: nanopowders, innovation, market analysis*

© Makarov D.V., 2014

## Введение

Настоящая работа является продолжением серии работ [1]-[3] по исследованию рынка нанопорошков. К сожалению в России рынок нанотехнологий составляет только 0,04% от мирового. Например, на США приходится 46% нанотехнологических патентов. Однако российский рынок нанотехнологий считается развивающимся и поэтому есть все основания полагать, что число наноразработок будет расти, а нанопродукция будет востребована не только на внутреннем рынке, но пойдет на экспорт в другие страны.

В работе проведен анализ мирового рынка нанопорошков и сделан предварительный прогноз о применении нанопорошков в наукоемких и высоко технологичных сферах жизнедеятельности человека.

## Прогноз развития мирового рынка нанопорошков

Существующие на рынке виды нанопорошков условно можно разделить на несколько групп в зависимости от их перспективности и прогнозируемой динамики развития [4] (таб. 1).

Таблица 1

### Экономический потенциал отдельных видов нанопорошков

точник: Scientifica

Экономический потенциал	Виды нанопорошков
Высокий	- сложные оксиды; - кремнезем, глинозем, оксид титана; - нанопорошки титана, наноалмазов, нитрида кремния и д.р.
Средний	- порошки оксидов железа, циркония, церия а также большинства чистых металлов.
Низкий	- нанопорошки и производные на основе меди.

Если в ближайшей перспективе нанопорошки будут использоваться в основном в обрабатывающей промышленности, производстве строительных материалов, электронике и во многих сферах в качестве катализаторов, то к 2020 году акцент их использования, вероятно, сместится в сторону экологических приложений и медицины [5].

Повышению спроса на нанопорошки будет способствовать преодоление ряда недостатков, которые свойственны им на современном этапе, в частности, постоянство физических свойств, что приведет к росту объемов производства, снижению издержек и возможно частичному снижению их стоимости.

Тем не менее, оптимистичные прогнозы рынка показывают, что нанопорошки будут производиться в небольших количествах, по сравнению с производством традиционных материалов. По экспертным оценкам NanogoadSME, за десятилетний период (с 2011 по 2020 годы) во всем мире будет изготовлено около 58 тыс. тонн нанопорошков. Что обусловлено физическими свойствами и ключевой характеристикой наночастиц измерение не объема в тоннажном измерении, а площади поверхности [6] (таб. 2).

Таблица 2

**Прогноз мирового производства нанопорошков в 2008-2014 годах,  
тонн/год [источник: NanoroadSME]**

Продукция	2008 - 2010 годы	2011 - 2014 годы
Нанопорошок никеля	7 500	15 000
Нанопорошок оксида иттрия	7 000	7 500
Нанопорошок окиси церия	10 000	п/а
Нанопорошок диоксида кремния	100 000	Более 100 000
Нанопорошок диоксида титана	5000	Более 10 000
Нанопорошок оксида цинка	п/а	п/а

На российском рынке, нанопорошки будут постепенно отвоевывать рыночную долю у традиционных аналогов [5].

Эксперты Abercade и LuxResearch, основываясь на анализе перспективных рыночных ниш российского рынка нанотехнологий и макроэкономических показателей (динамики развития наукоемких технологий, при использовании которых доля расходов на НИОКР превышает 8,5% и более объема отгрузок продукции, конкурентоспособности нанопродуктов в соотношении цена/качество и т.д.) прогнозируют рост спроса на нанопорошки со стороны предприятий аэрокосмической, энергетической, металлургической и автомобилестроительной отраслей. Самолетостроение и ВПК по оценкам экспертов до 2015 года сохранит устойчивый спрос на ограниченные типы нанопорошков, без тенденции к росту [7]-[8].

В дальнейшем нанопорошки будут широко потребляться в производстве товаров массового пользования. Наиболее близкие к коммерческой реализации российские проекты приложения нанопорошков в потребительских товарах – наноструктурированные покрытия, продукция из области электроники, использование при производстве катализаторов и сухих строительных смесей.

В 2010–2014 годах ряд нанопорошков уже нашедших свое применение, будут осваивать новые рыночные ниши, замещая традиционные товары. Оксид цинка уже используется для производства прозрачных лосьонов для загара нового поколения. Нанонизированные частицы хорошо поглощаются кожей и не оставляют белых полосок, характерных для большинства современных лосьонов. Хотя европейские производители не сразу стали применять оксиды в производстве косметики, ссылаясь на еще не известные эффекты, которые нанопорошки могут вызвать в организме человека, в США и других регионах их производство уже началось. Ограниченные испытания показали, что оксиды нанопорошков проникают в эпидермис, но не попадают в кровоток. Вольфрам-кобальтовый карбид используется для изготовления износостойчивого покрытия деталей машин и инструментов, предохраняющего их от царапин. Сурьмяно-оловянный и индие-оловянный оксиды очень перспективны для использования в электронике [6],[9],[10] (таб. 3).

Кремнезем, титания и глинозем, потребление которых превосходит потребление всех других нанопорошков, будут и дальше доминировать на рынке, при повышении их потребления на 50-100%, по мере того как микросхемы становятся нормой в электронной промышленности. Некоторые редкоземельные оксиды и сложные нанопорошки будут играть все более важную роль в электронике и обрабатывающей

Таблица 3

**Прогноз роста потребления более чем на 100% [источник: Scientifica]**

Рост потребления более чем на 100%		
Оксид цинка	Сурьмяно-оловянный оксид	Индие-оловянный оксид
Кобальто-вольфрамовый карбид		

промышленности. Скачок в заказах аэрокосмической промышленности может значительно увеличить потребление нанопорошка металлического титана (таб. 4).

Таблица 4

**Прогноз роста потребления на более чем 100% [источник: Scientifica]**

Рост потребления более чем на 100%		
Кремнезем	Титания	Глинозем
Оксид неодимия	Оксид европия	Оксид диспрозия
Металлический титан	Металлическое железо	Титанат бария
Наноалмаз	Нитрид кремния	

Ожидается умеренный рост потребления целого ряда порошков. Помимо оксида железа и церия – порошков, сферы использования которых хорошо известны, эти порошки признаны как потенциально полезные для нескольких отраслей.

Порошки чистых металлов производятся размером  $< 10$  нм, что придает материалам совершенно новые свойства, иногда неожиданные. Например, кремнезем при таких размерах становится прозрачным. Нанопорошки металлов в высшей степени реактивны и могут представлять собой большую опасность для здоровья людей, поскольку их частицы достаточно малы и могут попасть в кровоток. Отсутствие информации в отношении их воздействия на здоровье при длительном контакте с ними и их вдыхании заставляют производителей и потребителей быть настороже. Некоторые порошки, такие как серебро, проявляют противомикробное действие при попадании в кровоток, что делает их пригодными для производства марли и одежды для медицинского персонала. Воздействие других порошков, таких как молибден или кобальт, в основном известно, и считается, что оно мягкое или, при малых концентрациях, отсутствует вообще (таб. 5).

Потребление некоторых порошков, вероятно, не изменится. Похоже, что резкое повышение стоимости меди частично привело к снижению ее потребления (таб. 6).

Таблица 5

**Прогноз роста потребления на 10-50% [источник: Cientifica]**

Рост потребления на 10-50%		
Оксид железа	Церия	Двуокись циркония
Иттрий	Магnezия	Металлический кобальт
Металлический никель	Металлический цинк	Металлическое серебро
Металлическое золото	Металлический алюминий	Металлический вольфрам
Металлическая платина	Металлический молибден	Кремний

Таблица 6

**Потребление остается неизменным или падает [источник: Cientifica]**

Потребление остается неизменным или падает	
Оксид меди	Металлическая медь

**Заключение**

К 2015 году прогнозируется использование нанопорошков в технологиях переработки органических и неорганических отходов, в электронике и оптике и в качестве катализаторов. По существующим прогнозам LuxResearch и BCC Research в данный период на рынке появятся легкие и стойкие краски и устойчивые к загрязнению покрытия. Нанопорошки металлического железа будут использоваться для очистки сточных вод. Высокое соотношение площади к объему нанопорошков металлов делает возможным производство батареек с продолжительным сроком службы. Оксид церия увеличит срок службы дизельного топлива. Большое разнообразие нанопорошков заменит собой платину в катализе благодаря их свойствам высокоэффективного и дешевого топливного элемента. В индикаторных и плазменных дисплеях будут использоваться сульфаты, селениды и теллуриды на основе цинка, кадмия и свинца для получения более ярких цветов, более четкого изображения, увеличения срока службы и снижения вредного излучения [11]-[12].

К 2020 году нанопорошки будут доминировать в технологиях очистки и опреснения воды. Как только станет технологически возможным производство более однородных по размеру и форме частиц порошков, появится новая разновидность смазочных материалов. Устройства для хранения данных будут управляться на молекулярном уровне. Производители автомобилей будут использовать оксид циркония, нитрит кремния и карбид кремния для производства керамических двигателей. Магнитные свойства иттрия дадут возможность улучшить работу двигателей и усовершенствовать аппаратуру, в которой используется магнитно-резонансные изображения. По-

является первое истинно медицинское применение – биологически совместимые имплантаты (сверхпрочные) на основе оксида циркония и нитрида кремния [13].

В более поздние периоды после проведения широкомасштабных исследований нанопорошки будут использоваться для доставки лекарств к определенным органам. Самособирающиеся молекулы будут диагностировать заболевания, и помогать иммунной системе человека бороться с инфекциями. Нанороботы будут определять, и уничтожать раковые клетки, оставляя здоровые клетки нетронутыми. Недорогие углеродистые нанотрубки будут производиться в массовых количествах, и способствовать внедрению новых строительных материалов, меняя облик городов. Мини-батарейки с более продолжительным сроком службы, встроенные в потребительские товары, откроют бесчисленные возможности, такие как изготовление одежды с биологическим мониторингом и т.д. [14].

### Библиографический список

1. Макаров Д.В. Конкурентноспособность nanoиндустрии Российской Федерации как сегмента мирового рынка нанотехнологий // Вестник КРАУНЦ. Физико-математические науки. 2012. №2(5). С. 74–79.
2. Макаров Д.В. Экологическая безопасность нанопорошков // Вестник КРАУНЦ. Физико-математические науки. 2013. №1(6). С. 73–79.
3. Иваненко Е.М. Прогноз отраслевой структуры потребителя российского рынка нанопорошков // Вестник КРАУНЦ. Физико-математические науки. 2013. №1(6). С. 67–72.
4. Бамбуров В.Г., Кожевников В.Л., Журавлев В.Д. Наноматериалы. Тенденции промышленного производства // Химия твердого тела: наноматериалы, нанотехнологии: материалы X-й Международ. науч. конф. Ин-т химии твердого тела УрО РАН, г. Екатеринбург. URL: [www.kfti.knc.ru](http://www.kfti.knc.ru)
5. Крылов Д.А. Конструирование рынка нанотехнологий в России: благодаря и вопреки государству. URL: [www.ecsoc.msses.ru](http://www.ecsoc.msses.ru)
6. NanoRoadProject – Дорожная карта ЕС. URL: [www.bourgogne.arist.tm.fr](http://www.bourgogne.arist.tm.fr)
7. Инфомайн - консалтинговая фирма. URL: [www.infomine.ru](http://www.infomine.ru)
8. Аналитическое агентство Abercade Consulting. URL: [www.abercade.ru](http://www.abercade.ru)
9. Азоев Г.Л. Маркетинговый анализ рынков нанопродуктов Инс-т маркетинга ГУУ, 2009. URL: [www.portalnano.ru](http://www.portalnano.ru)
10. Broekhuizen P., Broekhuizen F., Cornelisse R., Reijnders L. Use of nanomaterials in the European construction industry and some occupational health aspects thereof. JNanopartRes. URL: [www.nanoservices.nl](http://www.nanoservices.nl)
11. Маркетинговое исследование «Коммерческий рынок нанотехнологий в России». Research.Techart (версия 4, январь 2010 года). URL: [www.nanorf.ru](http://www.nanorf.ru)
12. Информационный портал. URL: [www.MarketPublishers.ru](http://www.MarketPublishers.ru)
13. Федеральное Агентство по науке и инновациям. URL: [www.fasi.gov.ru](http://www.fasi.gov.ru)
14. Третьяков Ю.Д. Проблема развития нанотехнологий в России и за рубежом. Научно-технический центр ТАТА. 2007. Scientific Technical Centre. URL: [www.isjaee.hydrogen.ru](http://www.isjaee.hydrogen.ru)

Поступила в редакцию / Original article submitted: 28.03.2014

## ПЕРВОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ ПИСЬМО

### Республиканская научная конференция с участием зарубежных ученых "НЕКЛАССИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ И ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ"

Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека и Институт математики при НУ-Уз проводят в г. Ташкенте с 23 по 25 октября 2014 года республиканскую научную конференцию (с участием зарубежных ученых) «Неклассические уравнения математической физики и их приложения».

Цель научной конференции – обсуждение современного состояния и перспективы развития основных направлений математической физики, анализа, теории дифференциальных уравнений и их приложений.

Место проведения – г. Ташкент, ВУЗ городок, Национальный университет Узбекистана им. М. Улугбека, механико-математический факультет.

Рабочие языки конференции - узбекский, русский, английский.

## ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

*Председатель:*

**Мухаммедов Г.И.** - ректор НУУз.

*Сопредседатели:*

**Аюпов Ш.А.** - директор Института математики при НУУз.,

**Шоимкулов Б.А.** - проректор НУУз.

*Заместители председателя:*

**Джумабаев Д.Х.** – декан мех.-мата. НУУз.,

**Зикиров О.С.** - зав.кафедрой НУУз.

*Члены оргкомитета:*

Арипов М.М. (Ташкент),

Бердышев А.С. (Алматы),

Газиев К.С. (Фергана),

Жаббаров Н.М. (Ташкент),

Исломов Б. (Ташкент),

Карачик В.В. (Челябинск),

Касимов Ш.Г. (Ташкент),

Мирсабуров М. (Термез),

Садыбеков М.А. (Алматы),

Тахиров Ж.О. (Ташкент),

Уринов А.К. (Фергана),

Хасанов А.Б. (Ургенч),

Хашимов А.Р. (Ташкент),

Шадиметов Х.М. (Ташкент),

Эшкабилов Ю.Х. (Ташкент).

## ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

*Председатель:*

**Салахитдинов М.С.** - академик АН РУз., (Узбекистан).

*Сопредседатели:*

**Алимов Ш.А.** - академик АН РУз., (Узбекистан),

**Кальменов Т.Ш.** - академик НАН РК., (Казахстан),

**Кожанов А.И.** - профессор, ИМ СО РАН (Россия).

*Члены программного комитета:*

Азамов А. – профессор (Узбекистан),

Дженалиев М.Т. – профессор (Казахстан),

Егоров И.Е. – профессор (Россия),