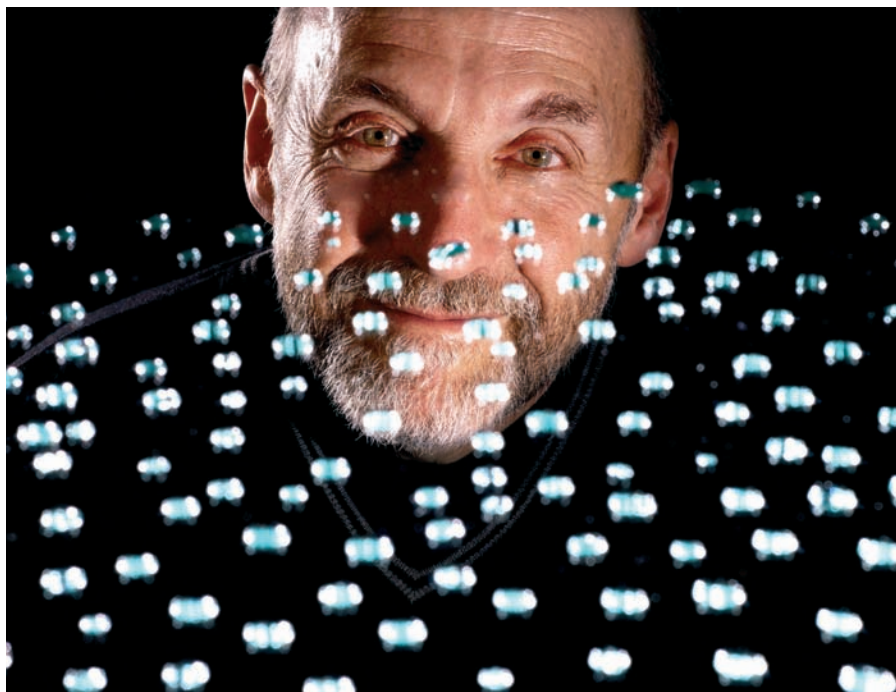


# Перед прыжком



Sandia National Laboratories

В этом номере приложения «В мире нано» мы публикуем исследование состояния отечественной нанопромышленности и рынка ее продуктов. Статья подготовлена на базе главы «Коммерческий рынок нанотехнологий в России» из маркетингового исследования мирового нанотехнологического рынка (версия 4, январь 2010 года) компании «Текарт» (<http://research-techart.ru>)

## ОБЪЕМ И ДИНАМИКА РЫНКА

В настоящий момент доля России в общемировом технологическом секторе составляет около 0,3 %, а на рынке нанотехнологий — 0,04 %. Во многом здесь сказался тот факт, что Россия обратила свое внимание на наноразработки на 7–10 лет позже, чем зарубежные страны.

В результате, сейчас Россия значительно отстает от мировых лидеров отрасли — США, Японии и ЕС как по показателям развития НИОКР, так и по коммерциализации изобретений. Об этом свидетельствует и число наших международных нанотехнологических патентов — в 2008 году их было всего около 30 (удельный вес российских изобретений — менее 0,2 %).

Российский рынок нанотехнологий находится на начальном этапе становления, коммерческие приложения нанотехнологий в промышленности практически отсутствуют. Численность предприятий, которые уже приступили к этапу коммерциализации своих изобретений, составляет менее 20 % от общего числа участников сектора.

Если рассматривать российский рынок в сегментации, эквивалентной мировой (с делением на рынок наноматериалов, наноприборов и наноприборов), то наиболее развит рынок наноприборов (приборов для анализа наноструктур).

Слабая сторона российской нанопромышленности — отсутствие развитого конкурентного производства научного приборостроения. Вследствие этого перед российскими компаниями стоит необходимость закупать дорогостоящее импортное оборудование. По оценкам Research.Techart объем российского рынка аналитического оборудования для исследования наноструктур составляет около 1,5–2 млрд руб. в год.

Результаты исследований Research.Techart четырех наиболее значимых (как в российском, так и общемировом масштабе) сегментов рынка наноматериалов — нанопорошков, углеродных нанотрубок (УНТ), алмазов и фуллеренов — показали, что совокупный объем их продаж достигает менее 100 млн руб.

По данным Минобрнауки РФ, в 2007 году только пятью компаниями, получившими крупную поддержку в рамках инновационных проектов (ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей» и другие), было выпущено и реализовано товаров на общую сумму 7 млрд руб.

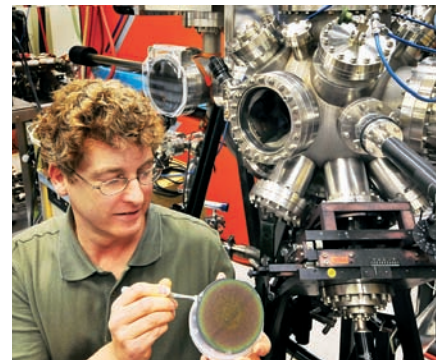
Но показатель объема российского рынка нанотехнологий в 7 млрд руб. представляется сильно завышенным. Скорее всего, при определении стоимости произведенной продукции сюда включили цену конечных товаров. Так как сейчас нет разработанных стандартов по поводу того, что сейчас считать нанотехнологической продукцией, адекватно оценить размер рынка достаточно проблематично.

## РОССИЙСКИЙ РЫНОК АНАЛИТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НАНОСТРУКТУР

Российский рынок аналитического оборудования для исследования наноструктур в последнее время устойчиво растет: с 2007 по 2009 годы показатели прироста сектора находились на уровне 30–50 %. Активное развитие рынка началось в 2005 году в связи с введением господдержки исследований в области нанотехнологий и материалов. Рост исследовательской активности, в свою очередь, стимулировал спрос на аналитическое оборудование.

По данным Research.Techart, объем российского рынка аналитического оборудования (сюда включены электронные и сканирующие зондовые микроскопы, а также лазерные корреляционные спектрометры и дифрактометры МУРР) в 2008 году составил 1,7 млрд. руб., из них более 90 % пришлось на импортные приборы. В количественном выражении объем продаж аналитического оборудования в 2008 году составил около 400 штук.

В структуре потребления аналитического оборудования однозначно преобладает госсектор, представленный



Sandia National Laboratories

Активное развитие рынка аналитического оборудования началось в 2005 г.

научно-исследовательскими центрами, лабораториями, вузами и ФГУП. Один из наиболее емких сегментов потребления — центры коллективного пользования, которые занимаются разработками в области наноматериалов. Частные компании в структуре потребления представлены в значительно меньшей степени.

В совокупном объеме продаж оборудования для определения размеров наночастиц в России преобладали электронные (90 % в штуках) и сканирующие зондовые микроскопы (8 %). По одному проценту приходится на лазерные корреляционные спектрометры и другое оборудование. Если рассматривать структуру продаж в денежном выражении, то электронные микроскопы займут еще большую долю рынка как самые дорогие.

Особенность российского рынка в том, что используемое аналитическое оборудование достаточно сильно устарело. Так, 37 % всех приборов в центрах коллективного пользования, было произведено до 1999 года. Это формирует значимый объем отложенного спроса на подобные приборы.

Единственный сегмент рынка аналитического оборудования, который занят российскими производителями — сканирующая зондовая микроскопия. Здесь однозначный лидер рынка — зеленоградская компания «НТ-МДТ», на которую по экспертным оценкам приходится до 90 % от общего объема продаж подобного оборудования. Число выпускаемых компанией сканирующих зондовых микроскопов — около 100 штук в год, из которых большая часть поступает на экспорт (около 70 %).

Как уже отмечалось, спецификой российского рынка является преобладание оборудования иностранного производства. Общий объем импорта электронных и зондовых микроскопов (РЭМ, ПЭМ и СЗМ), а также дифракционных аппаратов в Россию составил в 2008 году 1.5 млрд. руб. или 350 штук в количественном выражении. По сравнению с 2007 годом, рост составил 50 % (с 301.8 млн руб. или 173 штук).

Ввиду неразвитости внутреннего производства аналитического оборудования экспортные поставки весьма ограничены. Единственная товарная позиция, которая пользуется спросом в мире, — сканирующие зондовые микроскопы «НТ-МДТ». Объем экспорта в 2008 году составил 74 штуки, или 4 млн долл. в денежном выражении. Среди клиентов компании такие крупные корпорации как Motorola, Hewlett-Packard, Seiko, Tensor, Texas

Instruments. По оценкам представительной компании, за последние семь лет ее объемы продаж выросли в 25 раз.

### РОССИЙСКИЙ РЫНОК НАНОМАТЕРИАЛОВ

Несмотря на то, что сегодня российские предприятия имеют возможность получения опытных образцов любых наноматериалов, ни одну их разновидность не производят в промышленном масштабе.

Практически все производимые сейчас наноматериалы используют для проведения научных исследований. Об этом свидетельствует структура спроса на наноматериалы в России. Так, около 95 % потребляемых нанопорошков идут на научные исследования, и лишь около 5 % находят применение в конечной потребительской продукции. В то же время во всем мире множество исследований в области инновационных материалов финансируют глобальные корпорации. Это форсирует процесс их внедрения в реальный производственный процесс.

По данным Research.Techart, наиболее развитый коммерческий сегмент российской nanoиндустрии — нанопорошки. Обусловлено это их сравнительно низкой стоимостью, а также простой технологией производства.

Рынку углеродных наноматериалов (детонационных наноалмазов, фуллеренов и нанотрубок) принадлежит более скромное место на рынке. По оценкам Research.Techart, объем потребления углеродных наноматериалов в России составляет 380–390 кг в год с существенным приоритетом наноалмазов (91 %). 8 % объема приходится на фуллерены, 1 % — на углеродные нановолокна и нанотрубки.



Практически все производимые сейчас наноматериалы используют для проведения научных исследований

Длительная история исследований в области нанопорошков, а также относительно несложная (в сравнении с другими формами наноматериалов) технология изготовления способствовали тому, что нанопорошки сегодня — один из наиболее развитых коммерческих сегментов nanoиндустрии в России. Они — простейший наноматериал, или как их еще называют в зарубежной технической литературе, «нанотех предыдущего поколения».

Сегодня потенциальные возможности производства нанопорошков в России составляют около 100 тонн в год. Реальные производственные показатели ввиду ограниченного внутреннего спроса гораздо ниже и, по оценке Research.Techart, в 2008 году составили порядка 11 тонн. С учетом динамичного развития глобального сектора нанопорошков, доля России на мировом рынке чрезвычайно мала и составляет менее 0.003 %. Правда, нельзя не отметить, что объемы производства ежегодно увеличиваются (в 2006 году было произведено 9 тонн нанопорошков, в 2007 году — 9.7 тонн).

Наиболее популярные производственные направления в области нанопорошков на сегодняшний день представлены оксидами титана, алюминия, циркония и церия, а также нанопорошками никеля и меди. Структура потребления нанопорошков в России аналогична структуре мирового потребления: наибольший объем приходится на оксиды металлов (89 %).

Большая часть нанопорошков производится опытными партиями, либо по специальным заказам. На рынок же поступает лишь небольшая часть от произведенной продукции — около 1–2 тонн в год (в течение последних трех лет). Это связано с рядом факторов:

- значительный сегмент производителей нанопорошков — научные центры и вузы, которые используют данную продукцию для собственных исследований;
- разработки тех или иных разновидностей нанопорошков зачастую ведут без учета практических потребностей в них (такая ситуация возникает ввиду того, что российские ученые работают в отрыве от мировой науки, отсутствует достаточный опыт коммерциализации изобретений и др.);
- инновационные предприятия, которые заинтересованы во внедрении нанопорошков в собственную продукцию, как правило, самостоятельно занимаются их производством, не закупая их на стороне;

- ряд компаний при возникновении потребности в нанопорошках предпочитают приобретать его у иностранных производителей. Эксперты связывают подобную ситуацию с более высоким качеством и стабильностью характеристик зарубежных аналогов. Объем импорта нанопорошков всех типов в Россию в 2006–2008 гг. оценивался экспертами в 200–300 кг ежегодно с тенденцией к увеличению.

Малый объем потребления нанопорошков, в частности, обусловлен слабостью отраслей-потребителей, в том числе, электронной индустрии. Между тем, в мире она является лидером спроса на нанопорошки. Еще один фактор – свойственная российскому бизнесу инерционность и слабая восприимчивость к инновациям. Ее следствие – ограниченный объем частных вложений в собственные научные исследования со стороны российских компаний.

В то же время, несмотря на весьма скромные показатели рынка нанопорошков, потенциал для его развития существенный. По экспертным данным емкость рынка составляет 10–30 тыс. тонн.

Привлеченные к исследованию эксперты полагают, что в ближайшем будущем основные усилия компаний, которые занимаются обработкой нанопорошков, будут связаны с производством конструкционной керамики. Перспективными направлениями также считаются использование нанопорошков в качестве катализаторов и в производстве функциональных нанокompозитов.

Подробные сведения о российском рынке нанопорошков представлены в отчете Research.Techart «Маркетинговое исследование рынка нанопорошков (версия 3)».

## НАНОАЛМАЗЫ

Метод детонационного синтеза наноалмазов был разработан в России еще в середине 60-х годов. Промышленное производство было организовано в середине 80-х годов в НПО «Алтай». Российский рынок алмазной шихты (полупродукта ДНА) и детонационных наноалмазов в настоящее время практически не развит. Его современное состояние можно охарактеризовать как стагнацию. Объем производства детонационных наноматериалов стабилен на протяжении нескольких последних лет.

Между тем, по сравнению с другими углеродными наноматериалами, рынок наноалмазов развит сильнее. Косвенно



John Dalkin

В промышленности наноалмазы используют при нанесении гальванических покрытий

об этом свидетельствует тот факт, что большая часть российских производителей приступила сегодня к выпуску наноалмазов, адаптированных для конкретных областей (медицины, гальваники и т.д.), тогда как другие наноматериалы выпускаются по преимуществу неадаптированными.

Возможности российских производителей по выпуску наноалмазов сейчас составляют около 5 тонн в год. Стоит отметить, что большая часть производственных мощностей была установлена еще в советское время. Крупнейшие российские компании здесь: НПО «Алтай» (Алтайский край) 2 т/год, «Алмазный центр» (Санкт-Петербург) – 1.5 т/год, комбинат «Электрхимприбор» (Свердловская область) – 500–700 кг/год, Федеральный центр двойных технологий «Союз» (Московская область) – 400 кг/год, «Реал-Дзержинск» (Нижегородская область) – 240 кг/год.

Вследствие того, что наноалмазы не нашли пока емких рынков сбыта как в России, так и за рубежом, загрузка производственных мощностей составляет всего 20 %. По данным Research.Techart, объем производства наноалмазов в 2008 году составил около 1 тонны алмазной шихты и 500 кг наноалмазов. По сведениям Research.Techart, объем потребления наноалмазов в 2008 году составил около 350 кг, из которых большая часть приходится на более дешевую алмазную шихту.

Среди промышленных применений наноалмазов сегодня в качестве приоритетной выступает их использование при нанесении гальванических покрытий и как присадок к маслам.

Подробные сведения о российском рынке наноалмазов представлены в отчете Research.Techart «Маркетинговое исследование рынка наноалмазов».

## УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ

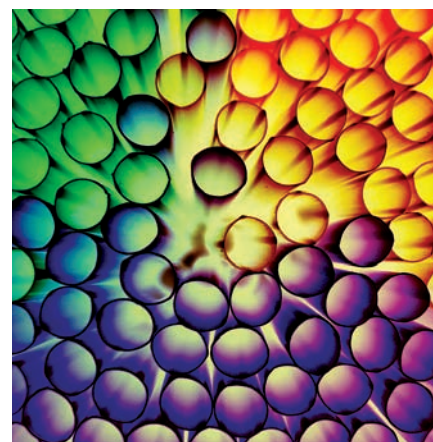
На сегодняшний день развитый коммерческий рынок углеродных нанотрубок в России отсутствует, а проекты по их использованию в производстве находятся только на стадии научных исследований. По экспертным оценкам, объем потребления составляет 3–5 кг в год.

Столь низкие показатели потребления определяются высокой стоимостью УНТ, длительностью внедрения инноваций в промышленное производство, слабой восприимчивостью к инновациям, дороговизной НИОКР, влиянием кризиса на потенциальные отрасли-потребители и др.

Спрос на УНТ сегодня формируют по большей части исследовательские организации, которые закупают опытные образцы в небольших количествах.

Производство УНТ в России в промышленных масштабах в настоящий момент отсутствует. Суммарная мощность реакторов российских производителей по синтезу УНТ составляет не более 5–10 т в год. Реальный объем их синтеза существенно ниже мощностей и составляет менее 1 % от максимально возможного. По экспертным оценкам, объем производства углеродных нанотрубок в России составляет в среднем 10.2 кг в год. Среди общего количества синтезируемых нанотрубок 98 % приходится на многослойные нанотрубки.

В отличие от крупных мировых промышленных предприятий, которые ведут синтез углеродных нанотрубок, российские производители представляют из себя небольшие наукоёмкие компании, созданные академическими или отраслевыми учеными. Крупнейшие производители углеродных волокон сегодня: «НаноТехЦентр» (мощность – до 2000 кг/год); однослойных – NanoCarbLab (мощность – до 2 кг/год); многослойных нанотрубок – НТЦ «ГраНаТ» (мощность – до 0.5 кг/день).



John Bolin

Производство УНТ в России в промышленных масштабах в настоящий момент отсутствует

Дальнейшие перспективы российского рынка EYN скорее позитивны. Прогнозируемый рост спроса на нанотрубки обусловлен их уникальными физико-химическими свойствами и способностью к оптимизации характеристик продукции под различные отрасли промышленности.

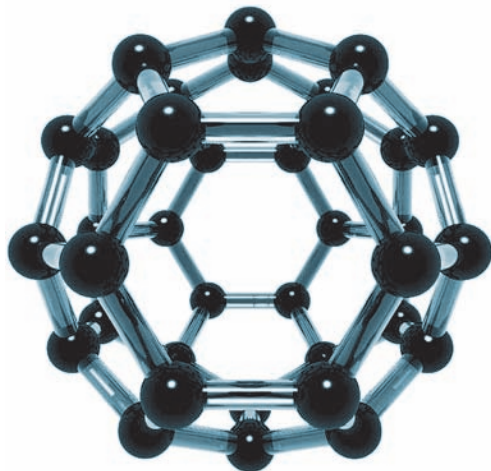
Подробные сведения о российском рынке УНТ представлены в отчете Research.Techart «Маркетинговое исследование рынка углеродных нанотрубок (версия 3)».

## ФУЛЛЕРЕНЫ

2008 год продемонстрировал снижение численности новых патентов в области фуллеренов в России. Скорее всего, это связано со смещением акцента в исследованиях на другой наноматериал — углеродные нанотрубки, число публикаций по которым ежегодно растет.

По данным Research.Techart, объем производства фуллеренов C60 и C70 в 2008 году составил около 30 кг, экстракта фуллеренов — 70–100 кг. Российский рынок фуллеренов стабилен, объемы производства находятся на уровне 25–30 кг на протяжении нескольких последних лет. Высшие фуллерены пока изготавливают только опытными партиями в объеме 1–2 граммов в год. Объемы производства фуллереновой сажи значительно выше и ежегодно составляют около 1–1.5 тонны.

Массовый спрос на фуллерены сегодня отсутствует. В связи с этим производители ориентированы на нишевой спрос (вакцины, катализаторы и др.) и на удовлетворение специального и эксклюзивного спроса (добавки к ракетному топливу, защитные покрытия в авиационной промышленности, использование при реставрации уникальных зданий).



Российский рынок фуллеренов пока стабилен: в год их производится 25–30 кг

FEI Company

В России, как и во всем мире, наиболее распространенная технология производства фуллеренов — дуговой метод. Его низкая экономическая эффективность заставляет производителей искать пути его усовершенствования.

В структуре спроса на фуллерены госсектор однозначно превалирует. На сегодняшний день наиболее развито потребление фуллереновой сажи, что определяется ее низкой стоимостью (15–20 руб/грамм). Цена делает ее доступной для проведения научных исследований или для использования в качестве наномодификатора.

Подробные сведения о российском рынке фуллеренов представлены в отчете Research.Techart «Маркетинговое исследование рынка фуллеренов».

## РОССИЙСКИЙ РЫНОК НАНОКОМПОЗИТОВ

Число исследовательских проектов в области нанокompозитов растет начиная с 2000 года. В области работают, по большей части, научные центры, которые не реализуют коммерчески данный вид продукции. Большинство научных разработок в настоящий момент еще не запатентованы, по этому показателю Россия значительно отстает от других стран.

Коммерческие предприятия, занимающиеся производством нанокompозитов, как правило, организуют бывшие или нынешние сотрудники вузов или научных институтов системы РАН. В большинстве случаев они представляют собой небольшие предприятия, которые не афишируют широко свою деятельность и не ведут промышленное производство нанокompозитов. Большинство предприятий ведут исследования в области одного вида нанокompозитов. Наиболее развитое направление сегодня — полимероматричные нанокompозиты.

Среди предприятий, работающих в разных сегментах рынка нанокompозитов (металломатричных, полимероматричных и металлополимероматричных), можно выделить ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей». Приступила к коммерциализации своих изобретений компания НПФ «Элан-Практик». Она занимается нанесением современных нанокompозитных покрытий на обрабатываемые инструменты. Для этого применяются упрочняющие нанокompозиты с хромом и без.

Начиная с 2007–2008 годов можно говорить о начале процесса коммерциализации нанокompозитных материалов, который пока затронул отрасли производства изделий с высокой добавлен-



FEI Company

Большинство научных разработок в области нанокompозитов еще не запатентованы

ной стоимостью: космическую отрасль, автомобилестроение и судостроение, военные приложения. В перспективе вероятен переход к использованию нанокompозитов в производстве товаров массового пользования.

Определились приоритетные отрасли потребления композитов — производство упаковки для продуктов питания, безалкогольных и алкоголесодержащих напитков, а также выпуск электронных компонентов. В обоих сегментах рынка уже есть как прототипы материалов, так и опыт выпуска и использования реальных коммерческих товаров.

Одновременно с процессом коммерциализации идет постоянный процесс разработки альтернативных и модернизации существующих технологий получения органогилин, металлических и керамических наноструктур и углеродных нанотрубок, а также нанокompозитов на их основе.

По мнению экспертов, наибольшие перспективы в области нанокompозитов имеют их приложения в качестве упрочняющих инструментальных покрытий для машиностроения, коррозионно-стойких материалов и покрытий для экстремальных условий эксплуатации, высокопрозрачной нанокерамики для оптики и фотоники, нанокompозитов для топливных элементов и устройств наноионики, ресурсосберегающих керамических мембран с прецизионно регулируемой пористостью.

Сегодня вполне очевидно, что нанокompозиты будут постепенно отвоевывать рыночную долю у аналогичных товаров без наномодификаторов. Вопрос заключается в том, насколько быстро технологии проникнут на рынок и насколько объемным будет замещение традиционной продукции.