

Аверьянихин А.Е.; Азоев Г.Л.; Аршинов Ю.Е.; Афанасьев В.Я.,  
Балякин А.А., Борисова М.К., Власов А.И., Журавлева Л.В.,  
Корелин И.А., Лешуков В.С., Мун Д.В., Остапюк С.Ф., Сумарокова Е.В.

Под общей редакцией Балякина А.А.

**Интегрированная система мониторинга  
национальной нанотехнологической сети  
Сборник аналитических материалов**

**№ 2**

---

- **Среднесрочные и стратегические перспективы развития  
мирового рынка нанотехнологий**
- **Состояние мирового рынка по отдельным нанотехнологиям  
(продуктам)**
- **Состояние сферы подготовки кадров для nanoиндустрии в  
Российской Федерации**

Москва 2011

ISBN 978-5-904437-01-5

Под общей редакцией Балякина А.А.

Коллектив авторов: Аверьянихин А.Е.; Азоев Г.Л.; Аршинов Ю.Е.;  
Афанасьев В.Я., Балякин А.А., Борисова М.К., Власов А.И., Журавлева Л.В.,  
Корелин И.А., Лешуков В.С., Мун Д.В., Остапюк С.Ф., Сумарокова Е.В.

Во втором сборнике, подготовленном по результатам выполнения государственного контракта № 16.647.12.2038 «Создание интегрированной информационно-аналитической системы мониторинга и контроля функционирования национальной нанотехнологической сети», приведены аналитические материалы, описывающие среднесрочные и стратегические перспективы развития мирового рынка нанотехнологий, состояние мирового рынка по отдельным нанотехнологиям (продуктам) и состояние сферы подготовки кадров для nanoиндустрии в Российской Федерации.

## Содержание

---

<b>Предисловие</b> .....	4
<b>Среднесрочные и стратегические перспективы развития мирового рынка нанотехнологий</b> .....	5
<b>Среднесрочные и стратегические перспективы развития мирового рынка нанотехнологий</b> .....	5
<b>Институциональное измерение развития высоких технологий в России и взаимодействия с постсоветскими государствами в сфере хай-тека</b> .....	12
<b>Нанотехнологии на постсоветском пространстве</b> .....	19
<b>Состояние мирового рынка по отдельным нанотехнологиям (продуктам)</b> .....	22
<b>Маркетинговое исследование рынка нанотехнологий</b> .....	22
<b>Состояние мирового рынка по отдельным нанотехнологиям (продуктам)</b> .....	50
<b>Состояние сферы подготовки кадров для nanoиндустрии в Российской Федерации</b> .....	62
<b>Состояние сферы подготовки кадров для nanoиндустрии</b> .....	62
<b>Формирование общих методических принципов эксплуатации ресурсов вычислительного кластера ННС по направлению «Наноинженерия»</b> .....	80

## **Предисловие**

---

На становление инновационной инфраструктуры в России оказывает влияние целый ряд факторов, как внешних, так и внутренних. Их учет и анализ являются одной из важнейших составляющих мониторинга в сфере nanoиндустрии. В ходе работ по государственному контракту № 16.647.12.2038 «Создание интегрированной информационно-аналитической системы мониторинга и контроля функционирования национальной нанотехнологической сети», головной научной организацией с участием соисполнителей (региональные центры мониторинга, государственный университет управления, ЗАО «Прогноз») были собраны сведения по широкому кругу вопросов, касающихся развития nanoиндустрии.

В данном издании приведены аналитические материалы, описывающие среднесрочные и стратегические перспективы развития мирового рынка нанотехнологий, состояние мирового рынка по отдельным нанотехнологиям (продуктам) и состояние сферы подготовки кадров для nanoиндустрии в Российской Федерации. Приведенные ниже материалы включают в себя как статьи, предоставленные соисполнителями проекта, так и подготовленные сотрудниками головной научной организации на основании собранных сведений.

## **Среднесрочные и стратегические перспективы развития мирового рынка нанотехнологий**

---

---

### **Среднесрочные и стратегические перспективы развития мирового рынка нанотехнологий.**

---

*Азоев Г.Л., Сумарокова Е.В., Афанасьев В.Я.,  
Борисова М.К., Остатюк С.Ф.  
Государственный университет управления  
azoev@scanmarket.ru, sumarokova@bk.ru*

Текущее мировое развитие nanoиндустрии характеризуется следующими основными показателями. Объем продаж первичных нанопродуктов на мировом рынке в 2010 г. составил \$26,7 млрд., включая наноматериалы и их применения в индустриальных секторах (рис.1). Основной объем рынка формируют продажи наноматериалов (\$11,2 млрд.), среди секторов – «Обрабатывающая промышленность» (\$4,4 млрд.), «Энергетика» (\$4,2 млрд.), «Медицина и биотехнологии» (\$2,9 млрд.), а также «Специальное оборудование и приборная база» (\$3,3 млрд.). С учетом складывающийся динамики рейтинг секторов по объемам продаж в среднесрочной перспективе сохранится. Однако наибольший рост ожидается в электронной промышленности, что, возможно, переместит этот сектор с

последней рейтинговой позиции (табл.1).

Стоимость реализованных потребительских товаров с использованием нанопродуктов и/или нанотехнологий больше продаж первичных нанопродуктов почти в 35 раз и составляет \$920 млрд. Такой разрыв объясняется сложившейся практикой полного учета (иногда абсурдного) стоимости всего потребительского продукта при определении стоимости нанопродукта. В результате общая фактическая емкость мирового рынка нанопродуктов в 2010 г. (с учетом полной стоимости потребительской продукции) достигла величины в \$947 млрд.

Основная часть реализованных потребительских нанопродуктов представлена в автомобилях, электрических и электронных товарах, продуктах питания и напитках, в бытовой химии, фотографии и оптике. Пока среди лидеров продаж нет спортивного инвентаря и средств личной гигиены, однако темпы роста продаж этих сегментов достаточно высокие.

Основными сферами потребления, с точки зрения зарубежных экспертов, к 2015 году станут: производство наноматериалов, нанoeлектроника, фармацевтика и биомедицина, химическая промышленность (катализаторы), охрана окружающей среды и транспорт.

В качестве наиболее перспективных секторов и направлений НИОКР в области нанотехнологий выделяют: электронику и ИТ (радиолокационные системы, обзорно-прицельные системы, лазеры, системы передачи, обработки и хранения информации); энергетику (повышение эффективности существующего оборудования, топливные элементы, альтернативную энергетику); медицину и биотехнологии (нанопрепаративные формы, доставку лекарственных средств); обрабатывающую промышленность (увеличение ресурса и точности машин и оборудования, снижение эксплуатационных затрат, новые эксплуатационные характеристики и материалы и др.).

Структура мировых инвестиций в нанотехнологии (46% – госсектор, 48% – корпоративный сектор, 6% – венчурный капитал), сложившаяся к 2009 г., по мнению большинства экспертов, будет изменяться за счет роста доли

корпоративного финансирования и стабилизации/уменьшения доли венчурного капитала. При этом объемы государственного финансирования будут также расти и составят к 2010 г. около \$8 млрд. По совокупному объему государственного финансирования в 2010 г. на первое место вышла Япония (\$4,5 млрд.), на второе – США (\$4,0 млрд.), на третье – ЕС (\$3,5 млрд.) и на четвертое – КНР (\$2,3 млрд.)

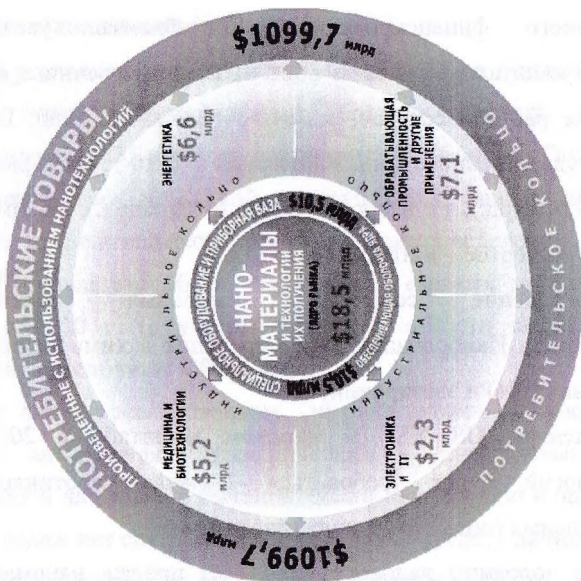
Распределение совокупных мировых инвестиций будет неравномерным. Наибольший объем поступит в химический сектор (50%), фармацевтику (9%) и электронику.

По оценкам US NSF в мировом масштабе к 2015 г. в сфере нанотехнологий будет требоваться 2 млн. работников и 5 млн. вспомогательных (обслуживающих) рабочих мест.

Более половины валового дохода от продаж наноматериалов (65%) формирует сбыт наноразмерных пленок (табл. 3). Среди лидеров продаж также выделяются твердые наночастицы (18%) и наноструктурные монокристаллические материалы (14%). При этом необходимо учитывать, что по количеству нанопродуктов, находящихся в разработке, доминируют нанокompозиты и полые наночастицы, которые в ближайшей перспективе могут «перехватить» лидерство. Существующие продажи наноматериалов в основном обеспечивают компании из США (112 компаний), Германии (13) и Японии (13), почти половина рынка ключевых наноматериалов и специального оборудования поделена между BASF/Engelhard (16,5%), Johnson Matthey (16,5%) и OM/Umicore (13%).

С 2010 по 2015гг. продажи наноматериалов в стоимостном выражении вырастут более чем в 1,7 раза (с \$11,2 до \$18,5 млрд.); средний темп роста сектора в сложных процентах составит 10,6% а с наибольшим темпом – 25,2% – будет развиваться сегмент «Нанокompозиты».

2015 Г.  
\$50,2 МЛРД (\$1149,9 МЛРД)



↑ 88%  
(21%)

2010 Г.  
\$26,7 МЛРД (\$947,1 МЛРД)

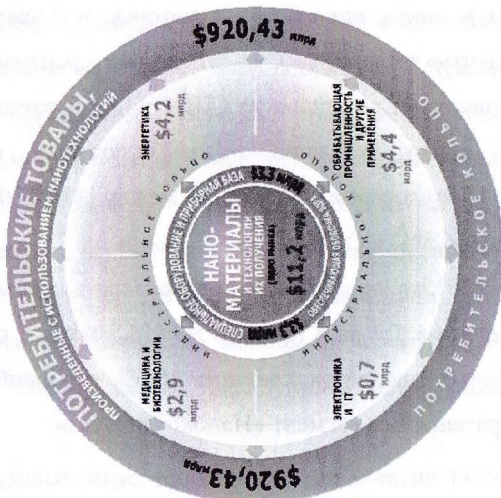


Рисунок 1. Структура мирового рынка нанопродуктов в 2010 г. и в 2015 г. (прогнозные оценки)



**Таблица 1.** Рейтинг секторов мирового рынка нанопродуктов по объемам продаж в 2015 году (млн. долл.) и по темпам роста в 2010-2015 году (%)

Сектор	Объем продаж в 2015 году	Среднегодовой рост в % 2010-2015
«Наноматериалы»	18500	10,6 (3)
«Обрабатывающая промышленность»	7100	10,1 (4)
«Энергетика»	6600	9,2 (5)
«Медицина и биотехнологии»	5200	12,1 (2)
«Электроника и IT»	2300	26,2 (1)
<b>Итого</b>	<b>39700</b>	

**Таблица 2.** Рейтинг мирового рынка потребительских товаров, произведенных с использованием нанотехнологий, по объемам продаж в 2015 году (млрд. долл.) и по темпам роста в 2010-2015 году (%)

Сегмент	2015	Среднегодовой рост 2010-2015
Легковые автомобили	779,2	3,2 (7)
Электрические и электронные товары	115,2	12,4 (3)
Продукты питания и напитки	30,1	6,0 (6)
Бытовая химия	15,8	8,0 (4)
Фотография и оптика	14,7	7,2 (5)
Ткани и одежда	7,3	6,0 (6)
Средства личной гигиены	2,7	17,0 (2)
Спортивные товары	0,24	69,3 (1)
<b>Итого</b>	<b>1100</b>	<b>4,2</b>
Итого без учета легковых автомобилей	320,8	10,1

**Таблица 3.** Мировой рынок нанопродуктов: структура и динамика секторов в разрезе рыночных сегментов

Сегмент	Объем в 2010 году, млн. долл.	Объем в 2015 году, млн. долл.	Среднегодовой рост в % 2010-2015
«Наноматериалы»			
<b>Итого, в том числе</b>	<b>11200,0</b>	<b>18500,0</b>	<b>10,6</b>
Наноразмерные тонкие пленки	8251,9	11 325,1	25,2
Твердые наночастицы	2054,4	4232,5	14,6
Наноструктурные монолитные материалы	1527,9	2423,5	9,8
Нанокompозиты	360,2	1148,9	7,1
Нанотрубки и другие полые наночастицы	1,3	710,0	–

**Таблица 4.** Мировой рынок нанопродуктов: структура и динамика секторов в разрезе рыночных сегментов

Сегмент	Объем в 2010 году, млн. долл.	Объем в 2015 году, млн. долл.	Среднегодовой рост в % 2010-2015
Сектор «Медицина и биотехнологии»			
<b>Итого, в том числе</b>	<b>2900,0</b>	<b>5200,0</b>	<b>12,1</b>
Медицинские исследования, клиническая диагностика, медицинские приборы	354,2	1668,3	32,4
Фармацевтические препараты и лекарственные соединения	1630,6	2468,1	8,9
Продукты конечного потребления	869,2	1194,0	7,0
Сектор «Энергетика»			
<b>Итого, в том числе</b>	<b>4200,0</b>	<b>6600,0</b>	<b>9,2</b>
Производство синтетического углеводородного топлива	0,0	10,0	–
Преобразование солнечной энергии	0,04	77,6	359,2

Сегмент	Объем в 2010 году, млн. долл.	Объем в 2015 году, млн. долл.	Среднегодовой рост в % 2010-2015
Производство этанола	800,5	1414,4	11,8
Переработка нефтепродуктов	3183,2	4166,4	6,0
Топливные элементы	64,2	231,6	23,3
Батареи и прочие аккумуляторы энергии	0,0	435,0	–
Перенос и распределение энергии	108,3	192,4	13,4
Светодиоды	0,0	48,0	–
Производство водорода	0,1	0,3	14,4

**Таблица 5.** Мировой рынок нанопродуктов: структура и динамика секторов в разрезе рыночных сегментов

Сегмент	Объем в 2010 году, млн. долл.	Объем в 2015 году, млн. долл.	Среднегодовой рост в % 2010-2015
<b>Сектор «Обрабатывающая промышленность»</b>			
<b>Итого, в том числе</b>	<b>4400,0</b>	<b>7100,0</b>	<b>10,1</b>
Нанодатчики	381,3	538,8	23,8
Нанокатализаторы	3479,6	4869,3	6,6
Нанокompозиты	312,7	812,6	20,0
Прочие применения	220,0	950,4	32,7
<b>Сектор «Электроника и IT»</b>			
<b>Итого, в том числе</b>	<b>700,0</b>	<b>2300,0</b>	<b>26,2</b>
Электроника	526,0	1814,1	18,0
Магнитные материалы	52,1	26,5	-14,6
Оптоэлектроника	33,1	279,6	53,3

## **Институциональное измерение развития высоких технологий в России и взаимодействия с постсоветскими государствами в сфере хай-тека**

*Лешуков В.С.,*

*эксперт НОЦ Сотрудничества со странами*

*СНГ и Балтии Саратовского государственного*

*университета имени Н.Г. Чернышевского*

*vle088@mail.ru*

Гармоничный экономический рост России должен обеспечиваться не только доходами от экспорта сырья, но и динамичным развитием высокотехнологических отраслей экономики. Доля научно-технического прогресса в насыщении экономического роста, происходящего в развитых странах, находится на уровне 90%. Часто динамика экономического роста детерминируется процессом эффективного освоения новых технологий и в выигрыше остаются те участники конкурентной борьбы на рынке, какие оказываются в состоянии первыми открыть, а также наладить широкое использование этих технологий. Вместе с тем наукоемкость экономики России (рассчитываемая как доля НИОКР в валовой добавленной стоимости) в период 2000-2008 годов колебалась в пределах 1,22-1,57%, удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации, составил 8,5-10%, а доли затрат на технологические инновации и выпуск инновационной

продукции – соответственно 1,4-1,8% и 4,1-5,3%. Темпы прироста инновационной продукции были неустойчивыми – от 29,8 до -14,2%.

Для скорейшего формирования национальной инновационной системы требуется исправно функционирующая институциональная среда, подразумевающая совокупность законодательных актов, норм, правил, а также непосредственных институтов, определяющих формы и методы взаимодействия участников инновационного процесса. В настоящее время такая среда не развита в достаточной степени на территории России, хотя она в этом направлении продвинулась больше многих других постсоветских стран. Отметим, что плодотворное взаимодействие в сфере хай-тека с бывшими советскими республиками могло бы стать дополнительной основой интеграционных процессов на постсоветском пространстве при условии достойного институционального оформления.

История формирования институциональной среды для инновационного и нанотехнологического развития России включала в себя этапы принятия некоторых нормативно-правовых актов. В 2000 году Правительство России разработало и приняло программу «Военная наноэлектроника Вооруженных Сил Российской Федерации на период до 2010 года». 21 августа 2001 года была принята Федеральная целевая научно-техническая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники на 2002-2006 годы». 14 ноября 2002 года постановлением правительства России в обозначенную программу добавили разделы, связанные с нанотехнологиями и нанонаукой. 6 июля 2006 года была принята Федеральная целевая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2012 годы. Она увеличила финансирование по направлениям нанотехнологий и нанонауки. 24 апреля 2007 года президент России В. В. Путин выступил с президентской инициативой «Стратегия развития nanoиндустрии». 26 апреля 2007 года В. В. Путин, выступая с посланием Федеральному Собранию, назвал нанотехнологии «наиболее приоритетным

направлением развития науки и техники». 4 мая 2008 года Правительство России приняло «Программу развития наноиндустрии в Российской Федерации до 2015 года». Согласно ей объем производства продукции наноиндустрии в России должен составить к 2015 году более 900 миллиардов рублей.

Государственная корпорация «Российская корпорация нанотехнологий» учреждена в июле 2007 года специальным Федеральным законом от 19 июля 2007 года № 139-ФЗ. В 2007 году Правительство Российской Федерации внесло имущественный взнос в размере 130 миллиардов рублей для обеспечения деятельности корпорации в разных направлениях. Официально госкорпорация «РОСНАНО» зарегистрирована 19 сентября 2007 года.

8 октября 2008 года было создано «Нанотехнологическое общество России». В его задачи, помимо прочего, входит «просвещение российского общества в области нанотехнологий и формирование благоприятного общественного мнения в пользу нанотехнологического развития страны».

По состоянию на 1 сентября 2010 года наблюдательный совет РОСНАНО одобрил к софинансированию 93 проекта (82 инвестиционных проекта, 7 фондов и 4 наноцентра) с общим бюджетом 302,1 миллиардов рублей, включая долю Корпорации в объеме 123,1 миллиардов рублей. В корпорацию к этой дате поступило 1758 заявок на софинансирование проектов в сфере нанотехнологий, из которых 1037 были отклонены, 308 находились на стадии внутренней научно-технической и инвестиционной экспертизы, а 320 проходили стадию рассмотрения в научно-техническом совете и в инвестиционном комитете.

14 декабря 2010 года было начато строительство инновационного центра «Сколково» – современного научно-технологического комплекса по разработке и коммерциализации новых технологий. Комплекс призван обеспечить особые экономические условия для компаний, работающих в приоритетных отраслях модернизации экономики России: телекоммуникации

и космос, медицинская техника, энергоэффективность, информационные технологии, а также ядерные технологии.

18 мая 2011 года в «Сколково» состоялась пресс-конференция Президента России Дмитрия Медведева, в ходе которой Президент РФ заявил: «это... особая площадка, имеющая знаковое, серьезное значение, потому как именно здесь развиваются новые технологии, именно здесь был создан Сколковский университет, Сколковская школа, здесь будет инновационный центр... Сколково будет именно таким важнейшим звеном модернизации, важнейшим, но, конечно, не единственным».

Определенная позитивная динамика есть. В 2007 году доля промышленных предприятий в России, осуществляющих инновации, составляла 13 %. В 2008 году в России действовало 3414 организаций, осуществляющих инновационную деятельность. С 2006 по 2008 год их число увеличилось на 3,9 %. В 2008 году объем инновационных товаров, работ и услуг в России составил 1,103 триллиона рублей. Затраты на технологические инновации в 2008 году в России составили 307 миллиардов рублей, в 2009 году – выросли и составили 399 миллиарда рублей. В начале 2011 года американское издание Fast Company, специализирующееся на теме инноваций, составило рейтинг десяти ведущих инновационных компаний России. В рейтинг попали ИТ-компания «Яндекс», производители программного обеспечения Kaspersky Lab и АВВУУ, компания в области нанотехнологий «Роснано», государственная корпорация по атомной энергии «Росатом», компания по производству чипов M2M Telematics, производитель сверхярких светодиодов «Оптоган», компания по производству интегральных схем «Микрон», компания по производству газотурбинных двигателей НПО «Сатурн» и нефтяная компания «Лукойл».

Сотрудничество России и стран СНГ в сфере высоких технологий пока не достигло наиболее оптимальных результатов, в том числе в институциональном плане, несмотря на многочисленные заявления высших представителей российского руководства. Данную тему затрагивал

Президент РФ Владимир Путин во время оглашения своего ежегодного послания Федеральному Собранию в 2007 году. В 2008 году Д.А. Медведев, занимавший на тот момент пост первого вице-преьера России, предложил странам СНГ создать совместный проект в сфере цифрового вещания и развивать нанотехнологии. Во время неформального саммита СНГ в Москве он также напомнил, что Россия приняла решение по переходу на цифровое телевидение, после чего высказался за развитие сотрудничества в рамках СНГ в области нанотехнологий. По его словам, формирование на пространстве СНГ единого рынка наноиндустрии способствовало бы сохранению и развитию наукоемких отраслей экономики. Медведев заявил: «Это позволило бы сохранить нам свое место в глобальном мире, тем более, что в прежнем мире на территории государств, входящих в СНГ, был свой участок того, что мы называем нанотехнологиями. Кстати, в портфеле фонда гуманитарного сотрудничества лежит эта заявка».

Следует заметить, что при должном подходе положительные результаты в сфере взаимодействия на базе хай-тека страны достигали. Например, по словам советника, руководителя группы экономической политики посольства России в Украине А. Урина, высокотехнологическая продукция в структуре украинского экспорта в Россию в первом квартале 2011 года составила более трети.

Как отмечают А.М. Либман и Б.А. Хейфиц: «Постсоветское пространство является особым регионом с точки зрения политических и экономических интересов России. Во-первых, это пояс наших ближайших соседей, с которыми в исторически недавнем прошлом существовали тесные связи в составе единого народнохозяйственного комплекса СССР. Во-вторых, это страны, большинство из которых осуществляет похожие с российскими трансформационные преобразования своей экономики. В-третьих, это регион, где Россия стремится реализовать свои интеграционные инициативы на межгосударственном уровне. Этот регион стал полигоном для отработки некоторых форм и методов инвестиционной экспансии».



В период имевшего места председательства России в СНГ сотрудничество с постсоветскими странами в сфере инноваций и науки стало одним из приоритетных. На протяжении 2010 года прошли многочисленные мероприятия по данному направлению. В Дубне имела место представительная международная конференция, где обсуждались конкретные направления взаимодействия стран СНГ в инновационной сфере. Основные направления сотрудничества стран СНГ в инновационной сфере, утвержденные Советом глав правительств СНГ в Ялте в ноябре 2009 года, стали базовым документом при разработке проекта Межгосударственной программы инновационного сотрудничества. Данная программа, принятие которой ожидается осенью 2011 года, рассчитана до 2020 года. Также создан Межгосударственный инновационный центр нанотехнологий СНГ в Дубне. Другим важным этапом институционального оформления сотрудничества со странами СНГ стало учреждение Межгосударственного совета СНГ по сотрудничеству в научно-технической и инновационной сферах, уполномоченного координировать всю совместную работу инновационной направленности.

В современном мире высокие технологии являются одним из важнейших факторов экономического роста, обеспечения экономической безопасности и даже политического лидерства в масштабах регионов. Совокупный ВВП стран СНГ увеличился в шесть раз за последние 10 лет. Темпы развития России и наиболее динамичных постсоветских государств опережают показатели развитых стран. С 1 июля 2011 года в полном объеме начал функционировать Таможенный союз России, Беларуси и Казахстана, а с 1 января 2012 года открывается единое экономическое пространство трех стран в форме Евразийского экономического союза – ЕврАзЭС. Наступает новый этап в осуществлении реинтеграции постсоветского пространства, проводящегося в рамках политического курса В.В. Путина. Ожидается заключение Договора о зоне свободной торговли.

Если в настоящее время ни в одной из бывших советских республик нет больших успехов в развитии, адаптации своих инновационных потенциалов к решению своих насущных проблем в экономической деятельности, то совместные усилия в рамках новой интеграции на экономической основе приобретают здесь особый смысл. В этом плане появление Межгосударственного совета СНГ по сотрудничеству в научно-технической и инновационной сферах, открытие Межгосударственного инновационного центра нанотехнологий в Дубне и утверждение Межгосударственной программы инновационного сотрудничества до 2020 года могут сыграть роль важнейшей институциональной базы интеграции в сфере инноваций и хай-тека. Россия, продвинувшаяся в сфере инноваций больше, чем Украина или Казахстан, способна в контексте Евразийского Союза или других форм интеграционных блоков создать единое пространство высоких технологий, что в конечном счете сблизит страны и народы. Именно грядущая интеграционная эффективность, консолидация ресурсов, производств, научных школ могут вновь привести к подлинному развитию гигантские пространства, ранее веками являвшиеся частью одного государства и достигавшие своих ключевых исторических побед в данном качестве. Через стимулирование рынка сбыта конкурентоспособной продукции, инвестиции в модернизацию промышленности, государственно-частное партнерство в реализации крупных инновационных проектов, централизованную программу создания малых и средних высокотехнологических компаний представляется возможным добиться совместных успехов.

Автор благодарит за поддержку при выполнении работ руководство Саратовского государственного университета и РГНФ (проект 10-02-00262).

## **Нанотехнологии на постсоветском пространстве**

*Аршинов Ю.Е.*

*Саратовский государственный университет*

*имени Н. Г. Чернышевского*

*kardi21@yandex.ru*

Сегодня взаимодействие между государствами – странами СНГ по научной линии строится в рамках МААН (международная ассоциация академий наук). Формально собрание равноправных участников, в реальности там есть тяжеловес – Россия, игроки второго эшелона (Украина, Белоруссия и Казахстан) и все остальные. Организация функционирует во многом формально, что связано с отсутствием общих программ (финансирования) и тенденциями всячески подчеркивать свою самостоятельность (особенно со стороны небольших государств).

Ни о какой кооперации речи не идет, Россия строит исключительно двусторонние отношения, которые развиваются в зависимости от политических отношений между странами: в частности, российская научная система почти полностью интегрирована с Беларусью, с Казахстаном, Арменией и Киргизией есть договоренности о бесплатном обучении и стажировке специалистов в российских научных центрах. С Украиной нет ни одного крупного проекта, более того, ряд совместных программ был заморожен по причине отсутствия финансирования с украинской стороны.

Перспективы нанотехнологий в СНГ плачевны: ни одна страна, кроме России не обладает финансовыми и технологическими возможностями для развития этого направления. Единственным исключением является

Белоруссия, которая по ряду направлений конкурирует с Российской Федерацией. Украина, являвшаяся после развала СССР наследницей мощного научного и промышленного потенциала, на сегодня утратила большую часть мощностей.

Есть ли будущее у точных наук в странах СНГ? Без кооперации с Россией (поскольку связи с Европой и США больше ориентированы на гуманитарные науки) ответ отрицательный. Высокотехнологичный сектор деградирует во всех государствах: Азербайджан, имеющий большие доходы от продажи нефти и газа (как и Россия), так и не запустил национальных научных программ; Украина не имеет ресурсов для восстановления науки; все среднеазиатские государства забыли про науку (Туркменистан вообще распустил академию наук).

При этом важно отметить, что заинтересованность в будущем науки должна проявлять не Россия, а сами страны СНГ. Поскольку единственным источником финансирования может быть российский бюджет, научное сообщество нашей страны не заинтересовано в участии других стран (что вызовет размывание средств) за исключением Белоруссии (ее уровень сравним с российским, а в ряде проектов в сфере нанотехнологий она даже опережает Россию). Практически все эксперты указывают на то, что сейчас наши соседи заинтересованы в совместных проектах с российскими партнерами, невзирая на политические и иные разногласия. Ими двигает как желание получить свою долю финансирования (через совместные проекты), так и реализовать доступ к новой технике, которая есть у России (т.е. Просто поддержать свои позиции как ученых в данной отрасли).

Какие выгоды и вызовы для России дает эта ситуация? Может ли Россия использовать науку как средство влияния на государства бывшего СССР? Ответ лежит в плоскости управленческих решений.

При этом важно отметить, что для Российской Федерации на сегодня вопрос совлечения в свою орбиту стран СНГ не является жизненно важным, но позитивные последствия, связанные с усилением роли России среди своих

соседей, несомненно принесут и финансовую, и политическую выгоду. В то же время масштабные капиталовложения в фундаментальную науку (посредством закупки высокотехнологичного оборудования и создания центров коллективного пользования) и в практическую отрасль (например, через Роснано) привели к тому, что сотрудничество с российскими вузами, НИИ, современными инновационными предприятиями стало экономически выгодным.

Стоит отметить, что другие возможные связи (Европа, США) для стран СНГ являются более проблематичными: сказывается и слабое знание языка, и прекращение целенаправленной поддержки таких контактов со стороны руководства ЕС и Америки. Практически, наши соседи из стран бывшего СССР по отношению к России сейчас оказались в положении российских ученых 90-ых годов по отношению к западу: полная нищета и развал инфраструктуры, сочетающиеся с наличием высококвалифицированных кадров, способных выполнять качественную работу за меньшие деньги.

Другой позитивный факт связан с тем, что у российских исследователей пропала явная зависимость качества работ от помощи из-за рубежа: сейчас и в России есть и оборудование, и государственное финансирование исследований разработок (конечно, не на уровне СССР, но несравненно больше, чем, скажем, в Армении или на Украине).

Препятствием к реализации такого «интеллектуального воздействия» являются следующие обстоятельства: во-первых, отечественные ученые не заинтересованы непосредственно в развитии и/или установлении новых контактов с бывшими республиками Советского Союза, а во-вторых, не имеется институциональной поддержки таких связей со стороны государства. Однако даже просто отсутствие противодействия со стороны власти приведет к усилению влияния России на постсоветском пространстве в научной среде, т.е. среди думающей части населения, что не может не дать позитивных сдвигов в отношении к нашей стране со стороны соседей в дальнейшем.

## **Состояние мирового рынка по отдельным нанотехнологиям (продуктам)**

---

### **Маркетинговое исследование рынка нанотехнологий**

---

*Мун Д.В.*

*НИЦ «Курчатовский институт»*

*Mun\_DV@rrcki.ru*

На сегодняшний день однозначного определения термина «нанотехнологии» не сложилось. Согласно наиболее распространенному подходу, нанотехнологии – совокупность приемов и методов, применяемых при изучении, проектировании и производстве наноструктур, устройств и систем, включающих целенаправленный контроль и модификацию формы, размера, взаимодействия и интеграции составляющих их наномасштабных элементов (около 1-100 нм), наличие которых приводит к улучшению, либо к появлению дополнительных эксплуатационных и/или потребительских характеристик и свойств получаемых продуктов.

Под понятие нанотехнологического объекта попадают:

- непосредственно низкоразмерные объекты с характерными для нанодиапазона размерами как минимум в одном измерении (наночастицы, нанопорошки, нанотрубки, нановолокна, нанопленки);
- макроскопические объекты (объемные материалы, отдельные элементы устройств и систем), структура которых контролируемо создается и модифицируется с разрешением на уровне отдельных наноэлементов.

Устройства или системы считаются изготовленными с использованием нанотехнологии, если как минимум один из их основных компонентов является объектом нанотехнологии, т.е. существует как минимум одна стадия технологического процесса, результатом которой является объект нанотехнологии.

Важно понимать, что рынок нанотехнологий не вполне корректно рассматривать в качестве самостоятельной отрасли, скорее стоит говорить о растущей роли наномодификаторов в различных промышленных направлениях.

В исследовательской среде пока не сложилось однозначного подхода к классификации наноматериалов. Ряд исследователей выделяет следующие виды наноматериалов:

- консолидированные наноматериалы – компакты, пленки и покрытия из металлов, сплавов и соединений, получаемые методами, например, порошковой технологии, интенсивной пластической деформации, контролируемой кристаллизации из аморфного состояния и разнообразными приемами нанесения пленок и покрытий;
- нанополупроводники, нанополимеры, нанобиоматериалы – могут быть в изолированном и, частично, в смешанном (консолидированном) состоянии;
- углеродные наноматериалы – наноалмазы, фуллерены, углеродные нанотрубки, графит;

- наночастицы и нанопорошки – квазинульмерные структуры различного состава, размеры которых не превышают, в общем случае, нанотехнологической границы; различие состоит в том, что наночастицы имеют возможный изолированный характер, тогда как нанопорошки – обязательно совокупный;
- нанопористые материалы – характеризуются размером пор менее 100 нм;
- супрамолекулярные структуры – наноструктуры, получаемые в результате так называемого нековалентного синтеза с образованием слабых (Ван-дер-Ваальсовых, водородных и др.) связей между молекулами и их ансамблями.

Все перечисленные здесь виды наноматериалов отличаются как по технологии изготовления, так и по функциональным признакам. Их объединяет характерный малый размер элементов (частиц, зерен, трубок, пор), определяющий структуру и свойства.

По назначению все наноматериалы можно разделить на:

- функциональные;
- композиционные;
- конструкционные.

По мнению экспертов, наиболее репрезентативна для проведения анализа европейская патентная база, которая включает следующие разделы:

- нанобиотехнологии;
- нанотехнологии для передачи и хранения информации;
- нанотехнологии для науки о веществе и поверхности;
- нанотехнологии для измерения свойств;
- нанооптика;
- наномагнетики.

Используемые на сегодняшний день технологии получения наноматериалов можно разделить на ряд технологических групп:



- методы на основе порошковой металлургии;
- методы, в основе которых лежит получение аморфных прекурсоров;
- поверхностные технологии (создание покрытий и модифицированных слоев с наноструктурой);
- методы, основанные на использовании интенсивной пластической деформации;
- комплексные методы, использующие последовательно или параллельно несколько разных технологий.

Отдельно стоит группа методов по формированию изделий из наноматериалов.

Достижения в области нанотехнологии сегодня активно проникают в различные отрасли промышленности. Это создает определённые сложности в перечислении всех вероятных направлений их приложения. В таблице приведены лишь некоторые типовые направления НИОКР в области нанотехнологии, на сегодняшний день существует ряд разработок, выходящих за пределы вышеперечисленных.

В ФЦП «Развитие инфраструктуры наноиндустрии в Российской Федерации на 2008-2011 годы» приведены следующие направления применения наноматериалов в промышленности:

- наноэлектроника;
- наноинженерия;
- функциональные наноматериалы и высокочистые вещества
- функциональные наноматериалы для космической техники
- нанобиотехнологии;
- конструкционные наноматериалы;
- композитные наноматериалы;
- нанотехнологии для систем безопасности
- функциональные наноматериалы для энергетики.

## Текущее состояние мирового рынка нанотехнологий

Рынок нанотехнологий переживает свое стремительное развитие, о чем свидетельствует рост инвестиций в отрасль, а также количества научных разработок, патентов и публикаций по данной проблематике. Ежегодно наблюдается увеличение числа компаний представляющих нанотех, а также объем коммерчески реализуемой продукции, изготовленной с применением нанотехнологии. Достижения нанотехнологии сегодня активно включаются практически во все отрасли экономики.

Бурное развитие научных исследований отражается в огромном потоке публикаций (ежегодно их появляется около 800 тыс.), а также росте численности патентов на изобретения, по количеству которых лидерство принадлежит США.

На полученную с использованием нанотехнологии продукцию приходится около 0.01% мирового ВВП, ожидается она возрастет до 0.5 к 2010 году. Основным драйвером развития рынка нанотехнологии является оказанная ему поддержка со стороны государства.

На основании анализа мирового рынка нанотехнологии можно выделить две главные тенденции его развития:

- увеличение числа исследований и публикаций в области нанотехнологии, рост числа патентов наноразработок;
- рост объема инвестиций в отрасль, усиление конкурентной борьбы за лидерство между странами.

Следует отметить, что под влиянием финансово-экономического кризиса, потоки государственных инвестиций в нанотехнологии несколько замедлились; в тоже время государство по итогам 2009 года и предварительным оценкам 2010 года вернуло себе роль главного инвестора в нанотехнологичный сектор, сокращение доли корпоративного финансирования под влиянием мирового экономического кризиса.

Рынок нанотехнологий в 2008 году составил 12.7 млрд. долл, показав прирост в размере 9.5%. В перспективе ожидается более активный выход на

рынок продукции, изготовленной с применением нанотехнологий, а средние ежегодные темпы прироста отрасли (GAGR) составят не менее 13,6%.

Сегодня на полученную с использованием нанотехнологий продукцию приходится около 0.01% мирового ВВП. По прогнозам ГК «Роснанотех», уже к 2011 этот процент возрастет до 0.5%, к 2015 году достигнет 2%, а в 2030 – 40%.

Стоит учитывать, что в связи с тем, что достижения в области нанотехнологий сегодня активно включаются практически во все отрасли экономики, количественные оценки рынка существенно варьируются. Ряд компаний при определении объема продаж нанопродукции включает в него стоимость конечных изделий с применением наноразработок, другая – только стоимость наномодификаторов.

Для сравнения – по оценкам консалтинговой компании Lux Research, в 2007 году было произведено товаров, включающих в себя разработки в области нанотехнологий, на сумму свыше 1.1 трлн. долл (эта оценка основана на расчете стоимости конечной продукции). Как ожидается этот показатель существенно возрастет к 2015 году и составит 4 трлн. долл.

Сегодня направление по промышленному использованию наноматериалов определяется всеми ведущими экспертами в качестве наиболее перспективного инновационного направления во всех ключевых промышленных отраслях мировой экономики. Привлекательность рынка обуславливает активный выход на него новых участников. Так, за последние годы создано свыше 16 000 нанотехнологических компаний, число их удваивается каждые 1.5-2 года. Практика показывает, что темпы роста компаний направления – нанотехнологий – котирующихся на западных ранках, в среднем на 30-40% превышают динамику рынка в целом.

Согласно опросу представителей бизнеса в США 52% руководителей компаний считают, что в ближайшие 5 лет перспективы развития их бизнеса будут связаны с нанотехом. В США уже сегодня есть около 1000 «дорожных карт» (комплексов мероприятий, которые необходимо осуществить для

достижения той или иной цели), связанных с нано. Практически те же показатели демонстрируют и опросы в странах Европы.

В соответствии с прогнозной моделью развития глобального рынка нанотехнологии, разработанной Lux Research, в период до 2015 года, нанотехнологии (до 2015 года) станут обыденным явлением практически во всех отраслях промышленности, их доля достигнет 15% от мирового производства; наиболее широко они будут применяться в медицинских и биотехнологических товарах, постепенно вытесняя с мировых рынков фармацевтики и медицинского оборудования традиционные микроразмерные аналоги.

### **Объем и динамика инвестиций в нанотехнологии**

Основным драйвером, способствующим развитию рынка нанотехнологий на первоначальном этапе, является оказанная ему поддержка со стороны государства. Во всем мире можно наблюдать ежегодное увеличение расходов, направляемых на исследования в области наноматериалов со стороны правительств.

Поэтому все оптимистичные сценарии развития рынка основаны на активной государственной поддержке отрасли и возможном технологическом прорыве. Пессимистичный сценарий предполагает сохранение нынешних тенденций – низких показателей спроса, негативном влиянии финансово-экономического кризиса на отрасли-потребители, сложностях в реализации государственных программ.

В 2007 году объем государственного финансирования программ в области нанотехнологий составил 6.4 млрд. долл. По предварительным оценкам этот показатель вырос до 9.8 млрд. долл в 2009 году.

Следует заметить, что в связи с кризисом, потоки государственных инвестиций в нанотехнологий несколько замедлились. В частности, предполагаемые правительственные расходы вырастут в период с 2008 по 2012 год только на 9.3%, в то время как в предыдущие пять лет (2004-2008) рост составил 130%.

Область нанотехнологий сегодня воспринимается как привлекательная не только государственными институтами, но частными и венчурными инвесторами. Глобальный объем инвестиций со стороны трех перечисленных сегментов ежегодно увеличивается. Так, если в 2007 году объем мировых инвестиций в нанотехнологии составил 13.8 млрд долл, в 2009 году - 18.2 млрд. долларов США и продолжает расти.

Текущее распределение инвестиций по источникам финансирования в мире выглядит следующим образом: государственные 47%, корпоративные 46%, венчурные 7%

#### **Распределение инвестиций по странам.**

Еще в 2004 году на три региона – США, ЕС и Японию приходилось 85% мировых расходов на R&D в области нанотехнологии. В 2009 году данные страны обеспечили только 58% глобального объема инвестиций, что связано с повышением заинтересованности в развитии данного направления в других странах.

Однако если рассмотреть объем инвестиций с поправкой на паритет покупательной способности (который отражает различия в стоимости товаров и услуг в странах), структура вложений в нанотехнологии сместится в сторону Китая (который займет равнозначные позиции с США) и России (которой принадлежит второе место).

В группе лидеров на сегодняшний день присутствуют США, Япония, Германия и Южная Корея; кандидатом в «высшую лигу» признан Тайвань. В группе «нишевых» игроков оказались Израиль, Сингапур, Нидерланды, Швейцария и Швеция.

Во «вторую лигу» (группу «стран-мечтателей») зачислены Франция, Великобритания и Китай, у которых уровень «НТ-активности» превышает уровень реального развития нанотеха. К числу аутсайдеров были отнесены Бразилия, Индия, Австралия, Канада.

Россия была занесена в некую промежуточную зону между всеми четырьмя категориями, хотя эксперты замечают, что если внимание властей к

НТ в ней не угаснет, то она уже к 2011 году может перейти в доминирующий квадрант.

По мнению US NanoBusiness Alliance, в перспективе стоит ожидать перераспределения рыночных долей среди различных регионов, в результате соотношение будет выглядеть следующим образом: США займет 30% рынка нанотехнологий (прирост – 3% в сравнении с 2007 годом). У Японии – 25% (плюс 1%), у стран Западной Европы – 20% (минус 5%) с преобладающим вкладом Германии, Великобритании и Франции. Оставшаяся же часть рынка будет распределена между Китаем, Россией, Южной Кореей, Канадой и Австралией (минус 10%). Таким, образом США и Япония, согласно прогнозам, сохранят свои лидирующие позиции на рынке, при соответствующем снижении на нем удельного веса Западной Европы, Азии и ряда других стран.

Стоит отметить, что в условиях глобализации исследований в области нанотехнологий, появляется множество примеров межрегионального и транснационального финансирования.

В числе наиболее ярких примеров можно выделить:

- немецкий химический гигант BASF анонсировал заключение соглашения с сингапурской Компанией NanoMaterials Technology о совместных исследованиях свойств наночастиц цинка;
- американская Dow Corning установила стратегическое партнерство с немецким разработчиком наночастиц компанией Nanogate;
- General Electric установила оборудование для nanoисследований в Китае и Индии;
- материаловедческий гигант Rohm & Hass открыл технический центр на Тайване;
- ирландский разработчик лекарств Elan сотрудничает с американскими компаниями Merck и Abbott

## Распределение инвестиций по отраслям

Если рассмотреть распределение инвестиций по отраслям, то в настоящий момент наибольший объем вложений поступает в химический сектор и сферу фармацевтики.

О приоритете наноматериалов и промежуточных продуктов на рынке с их использованием свидетельствует и сложившаяся в мире производственная структура. Наибольшее развитие здесь занимает химическая отрасль и изготовление промежуточной продукции. Наиболее высокую инновационную адаптивность нанотехнологичных решений сейчас демонстрируют электроника и авиационная промышленность.

По данным BBC Research, в распределении рыночных долей между указанными сегментами наибольший удельный вес принадлежит наноматериалам, которые в перспективе должны сократить занимаемое ими место на рынке в пользу nanoоборудования и нанопродуктов.

В перспективе указанные сегменты будут развиваться несоразмерно: если наноматериалы будут показывать более низкие в сравнении с общерыночными показатели (CAGR=11.7%), то сегменты nanoоборудования и нанопродуктов, напротив, продемонстрируют опережающую динамику (33.3% и 69.5% соответственно). Данные показатели будут лежать в русле тенденции по переходу рынка со стадии НИОКР к стадии коммерциализации изобретений.

Влияние кризиса выразилось не только в замедлении темпов инвестиционной активности, но и смещении акцента в сторону социально-значимых отраслей. В частности, таких, как обеспечение энергетической независимости или очистка питьевой воды.

Согласно прогнозам компании Clentifica, уже в 2011 году в структуре инвестирования лидирующее положение займет фармацевтика – финансирование проектов в данной сфере увеличится в пять раз. Двукратный прирост также будет наблюдаться в сфере электроники.

## **Направления НИОКР в области нанотехнологии в мире**

Бурное развитие научных исследований в области нанотехнологии отражается в огромном потоке публикаций (ежегодно их появляется около 800 тыс.), а также росте численности патентов на изобретения. В свою очередь, по числу публикаций в той или иной стране можно судить о развитии сектора в целом.

Согласно официальной статистике, по общему количеству патентов в области нанотехнологии однозначно лидирует США – на долю американских компаний, университетов и частных лиц приходится около 40% всех выданных в мире патентов., количество nanoизобретений здесь превышает 3 тыс. патентов в год. Наибольшее число патентов, полученных к настоящему времени, соответствует открытиям в области обработки и обнаружения наноструктур, т.е. посвящены не коммерческому сектору (научные разработки).

На российском рынке нанотехнологий можно выделить следующие группы участников рынка:

### **Координирующий центр**

Государственным координатором по программе развития нанотехнологичной сферы в России является Министерство образования и науки РФ.

### **Образовательные центры**

Здесь представлены различные вузы и НИИ, осуществляющие подготовку специалистов в области нанотехнологий. Также на их базе могут открываться собственные лаборатории, занимающиеся исследованиями и дальнейшей коммерциализацией своих изобретений. Стоит отметить, что в России наблюдается рост числа участников данного профиля. В настоящий момент более 36 учебных заведений объявили о начале реализации учебных программ в области наноматериалов. Во многом этому способствует



реализация национального проекта «Образование», согласно которому предполагается государственная поддержка вузов, внедряющих инновации.

### **Научные центры**

Главным научным объединением был назначен «Курчатовский институт», который будет координировать работы, которые ведутся в различных университетах и лабораториях по всей стране. В соответствии с программой были назначены курирующие организации по различным направлениям (головные организации отраслей).

### **Инжиниринговые компании**

В России также существует ряд компаний, которые специализируются на оказании научно-консалтинговых услуг предприятиям сектора и обеспечивают помощь ученым в доведении научно-исследовательских разработок до внедрения в производство – Инновационно-технологический центр БГТУ им.В.Г. Шухова ([www.nanomarket.ru](http://www.nanomarket.ru)). «Нанотехнологические системы» ([www.nano-systems.ru](http://www.nano-systems.ru)). Зеленоградский ИТЦ ([www.zitc.unicm.ru](http://www.zitc.unicm.ru)) и др.

Ряд компаний оказывает услуги по проведению наноизмерений – «ХайТек Консалтинг» ([www.high-tech.ru](http://www.high-tech.ru)) и др.

Возрастает также число предприятий, оказывающих услуги коллективного пользования наноборудования – Центр наноструктурных материалов и нанотехнологий ([www.ckr.bsu.edu.ru](http://www.ckr.bsu.edu.ru)). «Наноструктуры» ([www.lib.isp.nsc.ru](http://www.lib.isp.nsc.ru)). Курчатовский центр синхротронного излучения и нанотехнологий ([www.kcsr.kiae.ru](http://www.kcsr.kiae.ru)) и др.

### **Производственные центры**

Сюда включаются научные, проектные, образовательные организации различных форм собственности, которые занимаются разработкой и производством продукции наноиндустрии.

В целом можно отметить, что крупных либо влиятельных «глобальных» наноконпаний в России нет. При этом существует довольно много разрозненных как частных, так и государственных предприятий,

которые имеют свои собственные наработки в различной степени готовности и ведут профильные исследования.

### **Участники рынка**

Оценить число компаний, занимающихся исследованиями в области нанотехнологий достаточно проблематично. В связи с тем, что в России на сегодняшний момент только начинают появляться стандарты нанопродукции и сертификация деятельности предприятий, статистические сведения о количестве компаний на рассматриваемом рынке отсутствуют.

Зачастую в перечень компаний, представляющих рынок нанотехнологий попадают те, которые фактически никакого отношения к нему не имеют. Это связано с тем, что в последнее время маркетинговая привлекательность бренда «нано» значительно возросла и компании используют его в качестве рекламы и в целях привлечения потребителей.

Подобных примеров достаточно много: подмосковная фабрика «Бизон» наладила производство наноосков, компания «Новонексус» продает салфетки Quantum Nano, американская компания сетевого маркетинга Winners Global Networks – косметику NewAge со «специальными наноконструкциями», столичный холдинг «Класс» предлагает парфюм с ароматом Nano и т.п. Как правило подобная продукция в несколько раз дороже традиционной.

После анализа ассортимента предложенных на Наномаркете (интернет-магазин по продаже нанопродуктов) товаров ([www.nanomarket.ru](http://www.nanomarket.ru)) можно констатировать тот факт, что более 90% из них на самом деле не имеют никакого отношения к наноразработкам (это средства для продления жизни срезанных цветов, чистки джакузи, нанофильтры для воды, нанокосметика и т.п.) Единственными реальными наноизобретениями и продукцией на сайте являются зондовые микроскопы и лаборатории.

Число компаний, проявляющих интерес к нанотехнологиям, и занимающихся разработками в данной сфере постоянно увеличивается. Большая часть предприятий расположена в Москве.

Что касается формы собственности предприятия, 80% рынка занимают государственные или частно – государственные компании. Частный сектор представлен в меньшей степени. Наибольшее число компаний в России занимаются исследовательской деятельностью, так и не выводя свои разработки на рынок. Например, в нанотехнологической сети наибольшие по численности группы -научно-образовательные учреждения (67 организаций) и научно-исследовательские центры (55 организаций). Этот показатель достаточно наглядно свидетельствует о низком уровне коммерциализации инновационных разработок в России.

### **Объем и динамика рынка**

На 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 итоге – на современном этапе Россия значительно отстает от мировых нанотехнологичных лидеров – США, Японии и ЕС как по показателям развития НИОКР, так и по коммерциализации изобретений. Об этом свидетельствует и число 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 своего становления, коммерческие приложения нанотехнологий в промышленности практически отсутствуют. Свидетельствует об этом тот факт, что 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, наноинструментов и наноприборов), то наиболее развитым является рынок наноинструментов (приборов для анализа наноструктур). По оценкам Research.Techart объем

российского рынка аналитического оборудования для исследования наноструктур составляет около 1.5-2 млрд. руб. в год. Между тем, именно рынок приборов влечет за собой один из важнейших барьеров в развитии рынка. Слабой стороной российской наноиндустрии является отсутствие развитого конкурентного производства научного приборостроения. Вследствие этого перед российскими компаниями стоит необходимость закупать дорогостоящее импортное оборудование.

По официальным правительственным данным, в 2007 году только пятью компаниями, получившими поддержку в рамках инновационных проектов, было выпущено и реализовано товаров на общую сумму 7 млрд. руб. (~ 280 млн. долл.). Это, в частности, производство:

- конструкционных материалов, с улучшенными эксплуатационными характеристиками; их предназначение – строительство конструкций по освоению нефтегазовых месторождений арктического шельфа, эксплуатирующихся в экстремальных условиях (до  $-50^{\circ}\text{C}$ ), судостроительной, нефтегазовой и машиностроительной промышленности;
- ресурсо – и энергосберегающих технологий, сконструированных специальных реакторов с нанопористыми каталитическими мембранами для переработки легкого углеводородного сырья
- светодиоды для замещения ламп накаливания в различных осветительных приборах
- тест-системы на основе биочипов;
- технологическое оборудование для выращивания монослойных гетероструктур,
- исследовательское, диагностическое и технологическое оборудование на основе зондовой микроскопии.

## Оценка кадрового потенциала

Очевидно, что в связи с тем что нанотехнологий являются наукоемким направлением, перспективы российского сектора во многом будут определяться наличие квалифицированного кадрового состава.

Позитивным моментом для развития рынка является наличие в России разноплановых специалистов, занимающихся исследованиями в различных секторах. Во всем мире только две страны (Россия и США) ведут исследования и разработки по всем направлениям нанотехнологий.

Свидетельством большого научно-технологического задела является высокая цитируемость российских ученых в ведущих научных журналах мира по различным областям науки. Вторым показательным моментом является высокая численность научных кадров в сфере нанотехнологий. Россию по этому показателю опережают только КНР и США.

Подготовка кадров в настоящий момент является одним из наиболее значимых направлений государственного стимулирования нанотехнологичного рынка. Работа в данном русле осуществляется в рамках НП «Образование». Ее направлениями является создание новых специальностей, связанных с нанотехом, а также обновление материально-технической базы образовательного и научного обеспечения развития нанотехнологий. В 2006-2007 годах на эти цели было направлено более 3,5 млрд.рублей.

Весомые меры государственной поддержки предусматриваются проектом ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России», подготовленным Министерством образования и науки. Срок реализации: 2009-2013 гг. Основная цель: привлечение молодежи в сферу науки, образования и высоких технологий, эффективное воспроизводство научных и научно-педагогических кадров. Координатор: Минобрнауки. Общее финансирование: 59 млрд. рублей, из них 54 млрд. рублей бюджетных средств, остальное – внебюджетные источники. Освоено за 2009 год (план): 6.4 млрд. рублей.

Достаточно значительный объем средств (около 1 млрд. руб. ежегодно) расходуется также на оснащение центров коллективного пользования уникальным оборудованием. Из 56 ЦКП, созданных на базе ведущих научных организаций и высших учебных заведений в 2005-2006 годах, 36 работают по приоритетному направлению «Индустрия наносистем и материалы».

Однако пока существенных улучшений в области закрепления в науке профессиональных кадров пока не наблюдается. Свидетельством этому выступает тот факт, что при некоторой стабилизации численности квалификационные и возрастные диспропорции в их структуре усиливаются. Более половины российских исследователей, работающих в российской науке старше 50 лет. Средний возраст исследователей достиг 49 лет, кандидатов наук – 53, а докторов наук – 61 года.

Негативные явления (падения престижа исследовательской профессии) в российской науке во многом являются следствием низкого уровня затрат на одного исследователя. Низкое финансирование приводит также к деградации материально-технической базы в сфере опытно-конструкторских работ (ОКР).

В России также обсуждалась возможность создания на базе информационно-аналитического центра (ИАЦ) «Наноматериалы и нанотехнологий» регионального информационно-аналитического центра по наноматериалам и нанотехнологиям. Его цель – приблизить подготовку кадров к реальному производству на основе мониторинга и анализа потребностей предприятий в специалистах по наноматериалам.

### **Социальные факторы: перспективы спроса на нанотехнологическую продукцию у потребителей в России**

Помимо кадрового потенциала важное значение среди социальных факторов имеет отношение потенциальных потребителей к продукции с использованием нанотехнологий или наличие благоприятного общественного фона для внедрения нанотехнологий.

Благодаря активному государственному PR сектора нанотехнологий в российском общественном мнении можно выделить ряд позитивных трансформаций. Так, по данным фонда «Общественное мнение», в 2007 году понятие «нанотехнологий», было знакомо для трети (33%) россиян, то в 2008 году – уже около 43%. Причем, если ранее каждый десятый (10%) ответивший на вопрос о значении слова «нанотехнологий», то теперь россияне стали настоящими экспертами по вопросам перспективных направлений науки, то уже в 2008 году – большинство участников опроса ВЦИОМа (74%) считают, что «это технологии производства устройств и механизмов микроскопических размеров, невидимых обычным глазом».

Наиболее популярными направлениями приложений нанотехнологий россияне считают:

- электронику (43%);
- медицина (39%);
- космическую промышленность (31%).

Важным является тот показатель, что подавляющее большинство россиян (81%) считают, что нанотехнологий принесут людям пользу. А половина опрошенных, 52%, купили бы продукцию, в которой используются нанотехнологий (в то время как 62% американцев с предубеждением относятся к нанопродукции и не готовы к ее покупке).

Инновационный сектор в России получает мощную финансовую поддержку, которая в 2008 году составила около 1.3 трлн руб. (около 52 млрд. долл.), из которых 945 млрд. рублей поступило из госбюджета.

В общем объеме инвестиций в нанотехнологичные проекты в России преобладает доля государственных вложений, что еще раз свидетельствует о начальном этапе его развития. Мировой опыт показывает, что по мере «взреления» рынка происходит снижение удельного веса госинвестиций и увеличение частных.

Согласно правительственным планам, в период до 2015 года вложения со стороны государства будут снижаться на фоне привлечения все большего

числа частных инвестиций – с 38% до 53%. Удельный вес коммерческих организаций, участвующих в разработках наноиндустрии должен увеличиться к 2010 году, согласно планам правительства, с 40 до 90%.

На основании анализа НИОКР и уровня готовности проектов в области нанотехнологий в России можно судить о стадии развития рынка и его перспективной структуре.

Российские исследования в области нанотехнологий приобрели заметное развитие после 2000 года. Сегодня разработками в этой области занимаются более 500 научных организаций с численностью около 30 тыс. исследователей. По этому показателю Россия практически не уступает мировым лидерам нанотеха.

В России, как и во всем мире исследования в области нанотехнологий концентрируются в государственном секторе науки, на частный сектор приходится всего лишь около 10% научных организаций.

В настоящее время одна из проблем развития российского рынка связана с неэффективностью финансирования научных исследований – большинство инвестиций идет на академические работы. Это приводит к проблемам с коммерциализацией высокотехнологичных отраслей индустрии, внедрением результатов наукоемких разработок и сбытом инновационной продукции.

Так, согласно данным популярного интернет-инточника [www.nanoportal.ru](http://www.nanoportal.ru), сегодня в общем объеме инвестиций в НИОКР доля академических НИИ 90%, корпоративной науки 6%, ВУЗов 4%.

Российским правительством были выделены приоритетные направления НИОКР в сфере нанотехнологий, перечень которых не является исчерпывающим и ежегодно корректируется под влиянием мировых тенденций развития наноиндустрии.

Так, согласно «Программе развития наноиндустрии в Российской Федерации до 2015 года», акцент в разработках нанотехнологий,



наноматериалов и продукции на их основе предполагается сделать на следующих областях развития наноиндустрии:

1. Производство и эффективное использование энергии:
2. Транспортное машиностроение (авиа-, авто-, судостроение, системы перекачки нефти и газа и т.д.)
3. Информационные технологии:
4. Производство изделий микро и нанoeлектроники:
5. Переработка сырьевых ресурсов (газ, нефть, минеральное сырьё):
6. Производство товаров широкого потребления:
7. Медицина и здравоохранение:
8. Контроль и улучшение окружающей среды:
9. Строительство
10. Агропромышленный комплекс

На сегодня основная тематика финансируемых государством НИОКР сосредоточена на:

- создание конструкционных наноматериалов гражданского и двойного назначения со специфическими эксплуатационными свойствами (прежде всего прочностными характеристиками);
- материалы и технологии для нанoeлектроники и нанofотоники;
- композитные наноматериалы на основе углерода (углеродные нанотрубки, фуллерены и др.);
- медицинские препараты и биоматериалы;
- создание научного, аналитического и технологического оборудования для наноиндустрии.

В соответствии с современным состоянием НИОКР в области разработки наноматериалов, Министерство образования и науки РФ представило следующие показатели, которые касаются сроков выхода их на рынок.

Распределение российских направлений показывает, что наука представлена не только такими традиционными направлениями как материалы, нанокompозиты и порошки (36%), но и опирающимися на новые квантовые свойства материалов – фотонику и спитронику (на основании данных проекта НИЦ «Курчатовский институт» «Осуществление мониторинга научно-технического развития в области индустрии наносистем и материалов» )

Существенная доля проектов направлена на исследования инфраструктурной составляющей («Метрология, манипуляторы, моделирование»). Разработку наномеханизмов сейчас осуществляют только 9% работ. Исследования российских компаний в области нанотехнологий в основном направлены на модификацию различных материалов.

**Таблица 1.** Сроки выхода наноматериалов на рынок (источник: Министерство образования и науки РФ)

1–4 года	5–8 лет	9–14 лет	Более 15 лет
косметика	химические катализаторы	солнечные элементы	микропроцессоры
текстиль	краски	компактные энергосистемы	квантовые компьютеры
покрытия	лекарственные материалы	биоматериалы	молекулярные процессоры
смазочный материал	медицинская диагностика	имплантанты	нано-био
дисплеи	наноматрицы		нанoeлектромеханика
сенсоры	упаковка для продуктов		регенерация тканей, органов
композиты	энергия/топливо		
	освещение		

По данным Research.Techart, ранжирование предприятий по сфере их интересов в области исследования наноматериалов позволяет получить следующую картину: нанокompозиты, нанопорошки, нанотрубки, фуллерены, наночастицы. Значительное число компаний ведут разработки в области нанoeлектроники и медицины.

## Государственное финансирование

Наиболее крупным институтом внедрения инноваций с точки зрения объема выделенных государством средств является ГК «РоснаноТех». Через него планируется осуществить инвестирование проектов в области нанотехнологий в период с 2008 по 2015 годы на сумму свыше 200 млрд. руб. т.е. около 0.91 млрд. долл. в год. Если производить расчеты по паритету покупательной способности, то эта цифра вполне сопоставима с расходами лидирующих представителей нанотехнологического сектора.

В настоящий момент для того, чтобы получить финансирование со стороны корпорации «РоснаноТех», инвестиционный проект должен обладать следующим условиям:

- объем годовой выручки по истечении пяти лет – не менее 250 млн. руб.;
- срок участия госкорпорации в проекте – не более 10 лет;
- максимальная доля в проектной компании – 50% минус одна акция.

Среди проектов, находящихся на стадии старт-ап (производственных проектов, переданных в ГК «РоснаноТех»), наибольший удельный вес принадлежит энергетике и электронике (по 16%), а также медицине (15%) и машиностроению (14%). Об этом свидетельствует структура заявок на финансирование, поступившая в ГК «РоснаноТех» в 2007-2009 гг.

По итогам двух лет работы, общий объем инвестиций в проекты в области нанотехнологий составили 93.8 млрд. руб., в том числе доля ГК «РоснаноТех» – 52.4 млрд. Запланированная суммарная выручка от проектов в области нанотехнологий к 2015 году -155 млрд. руб.

Общий объем финансирования российских нанопроектов в 2008-2015 годах может достичь 286 млрд. руб. Из этой суммы 213.9 млрд. руб. (75%) придется на инвестиции в производственные проекты, 22.4 млрд. руб. (8%) – в инфраструктурные проекты, вложения в фонды нанотехнологий составят 40 млрд. руб. (14%), образовательные проекты – 9.5 млрд. руб. (3%).

По мнению экспертов, исследования в области наноматериалов и наноприборов в России имеют хороший потенциал. Многие имеющиеся на сегодняшний день разработки соответствуют мировому уровню или даже превосходят его, что служит одним из наиболее значимых стимулов для развития рынка.

Однако одним из основных факторов, негативно влияющих на развитие рынка нанотехнологий в России является разрыв между научными разработками и их практическим внедрением в производство. Во многом здесь сказывается отсутствие у российских ученых накопленного опыта по коммерциализации своих изобретений.

### **Корпоративные инвестиции**

Россия значительно отстает от развитых стран по показателям частных инвестиций в исследования в области нанотехнологий. Например, в США в 2007 году частные инвесторы вложили только в нанотехнологий около 3 млрд. долл. В России же их объем составляет до 10 млн. долл. в год.

**Таблица 2.** Показатели инвестиционной привлекательности нанопроектов в сравнении с другими проектами (источник: Финам)

Параметры	Усредненные показатели привлекательности проекта для инвестора	Показатели нанотехнологического проекта
размер инвестиций	не более 150 тыс долл	от 500 тыс.-4 млн. долл.
срок разработки	короткий (до 1 года)	не менее 2-3 лет
прибыльность вложений	от 50 до 80 %	сложно прогнозируемая
рискованность вложений	на уровне 20-30 %	не менее 85-95 %

Таким образом, проект в области нанотехнологии в основном имеет достаточно низкие показатели инвестиционной привлекательности. Крупные государственные и частные предприятия-производители не заинтересованы во внедрении передовых отечественных разработок, так как им выгоднее использовать хоть и устаревшие, но готовые для практического внедрения зарубежные технологические и технические достижения, а малые и средние предприятия не имеют для инновационного развития достаточных ресурсов, в том числе финансовых.

С другой стороны вложение денег в данные проекты при правильном выведении их на рынок, не смотря на риски и длительность, принесут в будущем прибыль, многократно превышающую первоначальные вложения и позволят создать базу для единоличного развития бизнеса в занятой нише.

Так как развитие нанотехнологического производства требует вложения значительных средств, инвестирование в эту сферу в России осуществляется как правило со стороны крупного бизнеса.

Согласно исследованиям, проведенным частным инвестиционным фондом «Онэксим», наиболее перспективными направлениями вложений, по мнению являются твердотельные устройства на основе поверхностных и многослойных структур, функциональные нанокompозиты, а также нанокатализаторы.

Сегодня можно выделить следующие примеры корпоративных инициатив:

– Крупным инвестором в нанотехнологии является компания «Северсталь» ([www.severstal.ru](http://www.severstal.ru)), которая реализует проекты, направленные на освоение серийного производства и широкое внедрение наноструктурированных конструкционных сталей и сплавов для переоснащения отечественной энергетики, транспортного и общего машиностроения, судостроения, железнодорожного транспорта, нефтедобывающей отрасли. Фонд S-Group председателя совета директоров «Северстали» А. Мордашова также вложил 6 млн. евро в немецкую компанию Innolume, производящую лазерные диоды и модули.

– Компанией «Ситроникс» ([www.sitronics.ru](http://www.sitronics.ru)) было учреждено направление «Ситроникс – нанотехнологии» для развития нанотехнологии в области полупроводников. В перспективе компания планирует производить микросхемы с размером 013 мкрн и 0.09 мкрн. Для этого предполагается построить завод в Зеленограде, стоимость которого составит 2 млрд. долл.

– Проявила заинтересованность в развитии нанотехнологии и компания «Базовый элемент» ([www.basel.ru](http://www.basel.ru)), которая объявила о создании собственного научно-технического центра. Сотрудниками НТЦ «Базового Элемента» было отобрано около десяти разработок из более 100 научных проектов. К которым относятся разработки в области производства новых типов строительных материалов, технологии по производству электроэнергии из альтернативных источников, выпуск устройств, существенно сокращающих выброс в атмосферу загрязняющих веществ, производных сероводородов.

– Одним из элементов инвестиционной программы компании является строительство современного научно-технического комплекса «Старопетровский» в Москве, где будут размещены лабораторные центры для проведения исследований в области нанотехнологии. На возведение и оснащение комплекса планируется потратить 100 млн. долл.

– Компания «Ренова» ([www.renova.ru](http://www.renova.ru)) приобрела 24% акций мирового лидера в сфере нано- и полупроводниковых технологий Oerlikon за 957 млн. долл. Необходимо констатировать, что многие инвесторы на сегодняшний день предпочитают вкладывать деньги в «традиционные сферы» (например, недвижимость).

### **Венчурные инвестиции**

Инвестирование в нанотехнологий является по сути венчурным. Опыт показывает, что около 90% всех инновационных проектов не выходят на рынок, останавливаясь на стадии опытно-конструкторских и научно-исследовательских работ. Зато оставшиеся 10% рентабельных проектов окупают не только средства, вложенные непосредственно в них, но и в те 90%, которые не вышли на рынок.

В настоящее время под влиянием негативных факторов мирового кризиса можно наблюдать снижение частного финансирования в проекты в области нанотехнологий. Представители «Роснано» отмечают, что ряд

компаний, ранее заявлявших о своем желании вложиться в нанотех, в настоящий момент отказались от своих планов.

На начало 2008 года на российском рынке коллективных инвестиций насчитывалось чуть более 50 сформированных венчурных фондов. В настоящий момент в России венчурные инвестиции в ВВП составляют всего 0.01%. Для сравнения в США доля венчурных инвестиций в ВВП составляет около 0.5%. Главные причины фактического отсутствия венчурного капитала в стране лежат в отсутствие стимулов к инвестициям в высокорисковые проекты, а также и малый объем доступных для венчурных капиталистов денежных средств.

В структуре венчурных инвестиций в 2008 -2009 году на долю нанотехнологий приходится весьма незначительный объем – только 3.6%. Однако значительного сокращения венчурного рынка инвесторы не ожидают, что связано с незначительными объемами докризисного финансирования и активной государственной поддержкой, а также необходимостью вкладывать средства, которые уже собраны в предыдущие годы (финансирование не было еще осуществлено, т.к., по словам участников рынка, в России не так много подходящих для инвестиций компаний/проектов).

Стоит отметить, что если в нанотехнологии не будет в дальнейшем притока частных инвестиций, ожидать позитивного развития сектора нельзя, так как одного государственного финансирования здесь недостаточно.

### **Выводы и прогнозы.**

Если ранжировать прогнозные показатели мирового спроса на нанопродукты на основании сфер их применения, то можно отметить, что по экспертным оценкам наибольшим спросом будут пользоваться следующие сферы применения нанотехнологии (в порядке убывания):

- в промышленности материалы с высокими заданными характеристиками, которые не могут быть созданы традиционным способом;

- полупроводниковая промышленность;
- сфера здравоохранения; фармацевтическая отрасль;
- химическая промышленность;
- транспорт;
- сельское хозяйство и сфера защиты окружающей среды.

Как полагается крупнейшим потребителем нанопродукции станет Азиатско-Тихоокеанский регион, за которым следом будут идти США и Европа.

Высокие оценки перспектив рынка основываются на положении о возможном «прорыве» в наносфере (например, изобретение нанокomпьютеров, нанороботов), который может и не произойти. В последнем случае будет иметь место линейный рост, например, совершенствование и увеличение объемов выпуска нанотрубок.

Перспективы нанорынка связываются с тем, что многие наноразработки способны значительно улучшить технические характеристики традиционной продукции, что, безусловно, будет способствовать широкому спросу на них. Тем более, что по мере технологического совершенствования и насыщения рынка цены на нанопродукцию будут снижаться.

Сегодня на мировом рынке нанотехнологий можно выделить три основных типа государств:

- высокий уровень производства – высокое развитие НИОКР (например США, Япония);
- низкий уровень производства (размещено в другой стране) – высокий уровень НИОКР (Израиль);
- высокий уровень производства – низкий уровень НИОКР (Тайвань).

Какую из этих моделей выберет Россия в настоящий момент определить достаточно сложно. Развитие российского рынка



нанотехнологий сталкивается с влиянием ряда драйверов и барьеров, среди которых можно выделить:

**политические** (принятие законодательной базы, закрепляющей официальную позицию государства о признании нанотехнологий приоритетным развитием научной отрасли; инвестиционная поддержка сектора нанотехнологий со стороны государства; недостаточная эффективность механизмов государственно-частного сотрудничества в области инвестирования в нанотехнологий и др.),

**экономические** (повышенный инвестиционный интерес к отрасли; низкая экономическая эффективность большинства отраслей российской промышленности не только по отношению к развитым странам, но и сравнению со многими развивающимися странами и др.),

**социальные** (государственный PR сектора нанотехнологий, привлечение к теме нанотехнологий внимания и интереса общественности, дефицит высококвалифицированных кадров, диспропорции в сфере создания и использования передовых производственных технологий), технологические (высокий научно-технический потенциал российской науки, интерес к наноматериалам научного сообщества, уникальность и дороговизна необходимого оборудования для анализа наноматериалов).

Можно полагать, что у российского рынка есть потенциал для увеличения своего удельного веса на глобальном нанорынке (при условии сохранения таких же масштабных государственных «вливаний»). Об этом свидетельствует наличие перспективных наноразработок у российских ученых, конкурентоспособных на мировой арене. Однако, несмотря на уверения экспертов, сверхоптимистично прогнозирующих рост корпоративных инвестиций в нанотехнологии, нанотехнологический прорыв России будет возможен только тогда, когда у предпринимателей России приставка нано- перестанет быть лишь модным словом, а станет реальным показателем инновационной активности и инвестиционной привлекательности.

## **Состояние мирового рынка по отдельным нанотехнологиям (продуктам).**

---

*Азоев Г.Л., Сумарокова Е.В.,*

*Афанасьев В.Я., Остаток С.Ф.,*

*Государственный университет управления*

*azoev@scanmarket.ru, sumarokova@bk.ru*

Общая емкость мирового рынка нанопродуктов в 2010 году составила около \$300 млрд. В индустриальных секторах мирового рынка преобладают продажи в обрабатывающей промышленности, медицине и энергетике. Среди нанопродуктов лидеров по объемам продаж выделяются нанокатализаторы, нанопродукты, используемые в переработке углеводородов, фармацевтические препараты, медицинское оборудование и многие другие. Общее количество новых внедряемых на рынок нанопродуктов измеряется сотнями.

Ежегодно емкость мирового рынка прирастает в среднем на 17%. Происходит это неравномерно. Перспективных продуктовых ниш с ускоренным развитием десятки: преобразование солнечной энергии с ежегодными темпами прироста продаж более 300%, оптоэлектроника – 53%, медицинские исследования, клиническая диагностика и медицинские приборы с использованием нанотехнологий – 32%, топливные нанозлементы – 23%, нанокompозиты – 20% и др. В целом в 2015 году емкость мирового рынка должна достигнуть отметки в \$500 млрд., а с учетом полной стоимости потребительских нанотоваров превысит \$1 трлн.

Знаковые зарубежные нанопродукты сгруппированы в приоритетных для России направлениях развития nanoиндустрии<sup>1</sup>.

### **Нанопродукты, повышающие качество медицинского обслуживания**

Наиболее ценной сферой применения нанотехнологий является медицина. Области коммерциализации нанотехнологий – специальные материалы, оборудование, диагностика, тканевая инженерия, травматология и ортопедия, хирургия. Особо быстро распространяются нанопродукты в области фармакологии и используются в терапии, БАД, профилактике и токсикологии. С помощью нанотехнологий достигнут прорыв в обнаружении, диагностике и лечении различных форм рака.

**Таблица 1.** Повышение качества медицинского обслуживания населения: рейтинг нанопродуктов, реализуемых на мировом рынке

Нанопродукты	Текущая ситуация		Прогноз	
	Объем продаж в 2010 г., млн. долл.	Место в рейтинге <sup>2</sup>	CAGR % в 2010-2015	Место в рейтинге <sup>3</sup>
Лекарственные соединения с улучшенной растворимостью (лекарственные составы на основе Nanocrystal)	1 165,5	1	11,9	–
<b>Лекарства от рака<sup>4</sup></b> , вложенные в нанолипосомы	460	2	-2,3	–
Респираторные мониторы, основанные на нанотрубках (спирометры)	205	3	8,4	–
<b>Противомикробные материалы</b> (наночастицы серебра, используемые в противомикробных целях)	129	4	22,5	9
Респираторные мониторы, основанные на нанотрубках (капнометры)	83	5	4,3	–

<sup>1</sup> В соответствии с инициативой Президента РФ «Стратегия развития nanoиндустрии» эти направления включают: повышение качества медицинского обслуживания населения, снижение материалоемкости отечественной продукции, уменьшение энергозатрат, улучшение экологической ситуации, а также повышение эффективности технологических процессов в топливно-энергетическом комплексе.

<sup>2</sup> В рейтинг («текущая ситуация») вошли текущие ниши с объемом продаж в 2010 г. более 1 млн. долл.

<sup>3</sup> В рейтинг («прогноз») вошли перспективные ниши с CAGR% в 2010-2015 более 15%.

<sup>4</sup> Жирным шрифтом выделены ниши, в которых присутствуют и российские разработки.

**Таблица 1.** (продолжение) Повышение качества медицинского обслуживания населения: рейтинг нанопродуктов, реализуемых на мировом рынке

Нанопродукты	Текущая ситуация		Прогноз	
	Объем продаж в 2010 г., млн. долл.	Место в рейтинге <sup>5</sup>	CAGR % в 2010-2015	Место в рейтинге <sup>6</sup>
<b>Солнцезащитные средства и косметические препараты,</b> защищающие от ультрафиолетового излучения (наночастицы диоксида титана и оксида цинка)	72,2	6	15,7	12
<b>Ортопедические и стоматологические средства</b> (синтетические эмали, основанные на наночастицах, для костей и зубов)	66,7	7	33,4	3
Биологическое детектирование и маркирование (золото)	42,6	8	5,5	–
Инструменты для высокопроизводительной жидкостной хроматографии (HPLC)	26,2	9	9,4	–
<b>Мембранная фильтрация</b> (наномембраны, используемые в биомедицинских исследованиях)	15,6	10	22,6	8
<b>Гормональная терапия,</b> основанная на нанофосфолипидах	15	11	23,8	7
Биологическое детектирование и маркирование (полупроводники)	8,4	12	66,1	5
<b>Нанокорпускулярный оксид железа,</b> используемый в контрастных препаратах для магнитно-резонансной томографии (МРТ)	7,7	13	9,3	–
Наноманипуляторы в медицинских исследованиях	5,4	14	18,4	11
<b>Антиоксиданты</b> (наночастицы гидроксида кремния, используемые в нутрицевтиках)	2,9	15	11,8	–
<b>Спинтронные датчики</b> для медицинских приборов	2,6	16	35,6	2
Контроль инфицирования медицинских приборов (противомикробные покрытия для медицинских приборов на основе нанокорпускулярного серебра)	2,5	17	23,8	7

<sup>5</sup> В рейтинг («текущая ситуация») вошли текущие ниши с объемом продаж в 2010 г. более 1 млн. долл.

<sup>6</sup> В рейтинг («прогноз») вошли перспективные ниши с CAGR% в 2010-2015 более 15%.

**Таблица 1.** (продолжение) Повышение качества медицинского обслуживания населения: рейтинг нанопродуктов, реализуемых на мировом рынке

Нанопродукты	Текущая ситуация		Прогноз	
	Объем продаж в 2010 г., млн. долл.	Место в рейтинге	CAGR % в 2010-2015	Место в рейтинге
<b>Биомагнитная сепарация</b> (наночастицы оксида железа для биомагнитной сепарации)	2,3	18	18,6	10
Реагенты для трансфекции (дендримеры, используемые в реагентах для трансфекции)	1,3	19	27,9	4
Нанокompозитные медицинские трубки (нанокompозит нейлон/глина для применения в медицинских трубках)	1,0	20	46,8	1
Биологическое детектирование и маркирование (дендримеры)	0,32	–	25,0	6
Биологическое детектирование и маркирование (оксид железа)	0,04	–	15,0	13

Представленное описание рейтинговых нанопродуктов не исчерпывает все многообразие продуктов-лидеров. Очевидно что, только групп таких продуктов более 20. Однако, помимо рейтинговых нанопродуктов, принадлежащих текущим и перспективным нишам медицины, большое количество разработок находится на стадии НИОКР и поступит на рынок к 2015 году (таблица 2).

**Таблица 2.** Повышение качества медицинского обслуживания населения: рейтинг нанопродуктов, находящихся в разработке (мировой рынок)

Нанопродукты	Прогнозный объем продаж в 2015 г., млн. долл.	Место в рейтинге
Массивы аптамеров для применения в протеомике	233,9	1
Наноструктурированные титановые имплантаты	111,6	2
Детекторы ДНК, основанные на нанотрубках	96	3
Хирургические мониторы на органических светодиодах (OLED)	29,0	4
Лекарства для брахитерапии	18,8	5
Мониторы дыхательной смеси, основанные на нанотрубках	11,8	6

**Таблица 2 (продолжение).** Повышение качества медицинского обслуживания населения: рейтинг нанопродуктов, находящихся в разработке (мировой рынок)

Покрытия для медицинских приборов, безопасные для МРТ	11	7
Препараты для молекулярного формирования изображений на аптамерах	10,8	8
Биосовместимые покрытия для медицинских приборов и имплантатов	9,4	9
Супрессор немелкоклеточного рака легких	9,0	10
Терапевтика рака, основанная на коллоидном золоте	8,1	11
Нанокорпускулярные терапевтики на основе паклитаксела	7,2	12
Иммунологический анализ цельной крови, основанный на наноболочках	5,3	13
Системы доставки лекарственных веществ, основанные на дендримерах	4,0	14
Противораковые нанобомбы	3,6	15
Долговечные топливные элементы на нанорогах для медицинских приборов	3,5	16
Диагностика, основанная на исследованиях слюны	2,7	17
Тесты биомаркеров, основанные на нанопроводах	2,5	18
Металлические нанокорпуса для применения в формировании изображений и терапии	1,8	19
Рентгеновские трубки для автоэлектронной эмиссии на углеродных нанотрубках	1,8	20
Препараты для формирования изображений, основанные на золотых нанопалочках	1,8	21
Нанопрепараты для оптического формирования изображений	1	22
Наноразмерные алмазные покрытия для хирургических инструментов	1	23
Хирургические иглы с наноструктурированной нержавеющей сталью	1	24

### **Нанопродукты, снижающие материалоемкость продукции**

Нанотехнологии способствуют созданию конструкций и структурных элементов самого широкого круга изделий, обладающих характеристиками, не достижимыми при использовании обычных конструкционных материалов.

В этой группе особое место занимают «интеллектуальные» материалы, которые самоадаптируются к изменяющимся условиям или выполняют предназначенную функцию в неблагоприятных для обычных материалов условиях.

Среди таких материалов особо выделяются нанокompозиты, играющие заметную роль в снижении материалоемкости продукции. Они используются в металлообрабатывающей, автомобильной, авиационной и космической промышленности, в строительстве, упаковке, огнеупорных материалах, потребительских товарах, текстильных изделиях.

**Нанокompозиты, экономящие материальные затраты и придающие изделиям новые потребительские свойства.** Рыночный рейтинг наиболее распространенных продуктов представлен в таблице 3.

**Таблица 3.** Снижение материалоемкости: рейтинг нанопроductов, реализуемых на мировом рынке

Нанопроductы	Текущая ситуация		Прогноз	
	Объем продаж в 2010 г., млн. долл.	Место в рейтинге <sup>7</sup>	CAGR% в 2010-2015	Место в рейтинге <sup>8</sup>
<b>Нейлон/ монтмориллонит (нанокompозиты на основе глины)</b> (упаковка пищевых проductов, автомобильные комплектующие)	88,1	1	24,6	9
Нейлон/ MWNT (нанокompозиты на основе углеродных нанотрубок)	28,1	2	-1,6	–
Полиуретан/ оксид алюминия (нанокompозиты на основе керамики)	26,6	3	10,0	–
Нанокompозиты PC/ MWNT на поликарбонате/ нанотрубкаx	16,8	4	0,2	–
<b>Гидрофобные/ гидрофильные нанокompозиты</b> (покрытия, препятствующие прилипанию)	14	5	40,0	4
Нанокompозиты на PPE/ нанотрубкаx	8,0	6	-2,9	–
<b>EVA/ монтмориллонит (нанокompозиты на основе глины)</b>	5,86	7	39,5	5
<b>Нанокompозиты ПБТ/ многостенные углеродные нанотрубки</b>	2,38	8	0,6	–
<b>ГРО/ монтмориллонит (нанокompозиты на основе глины)</b>	1,6	9	73,4	1

<sup>7</sup> В рейтинг текущих ниш вошли ниши с объемом продаж в 2010 г. более 1 млн. долл.

<sup>8</sup> В рейтинг перспективных ниш вошли ниши с CAGR% в 2010-2015 более 15%

Нанопродукты	Текущая ситуация		Прогноз	
	Объем продаж в 2010 г., млн. долл.	Место в рейтинге <sup>7</sup>	CAGR% в 2010-2015	Место в рейтинге <sup>8</sup>
Нанокomпозиты, содержащие POSS (клеящие вещества в стоматологии)	1,2	10	14,9	–
<b>Бутил/ вермикулит</b> (нанокomпозиты на основе глины)	1,04	11	61,7	2
Оксид алюминия/диоксид титана (нанокomпозиты на основе керамики)	1,04	11	31,0	8
Нанокomпозиты на эпоксидной смоле/ углеводе/ нанотрубках	0,68	–	40,3	3
Нанокomпозиты на эпоксидной смоле/ углеводе/диоксиде кремния (на основе керамики)	0,34	–	34,6	7
Нанокomпозиты на полиуретане/ фуллеренах	0,1	–	38,0	6

Большое количество разработок находится на стадии НИОКР и поступит на рынок к 2015 году (таблица 4).

**Таблица 4.** Снижение материалоемкости: рейтинг нанопродуктов мирового рынка, находящихся в разработке

Наименование ниши	Прогнозный объем продаж в 2015 г., млн. долл.	Место в рейтинге
Нанокomпозитные мембраны для топливных элементов	53,0	1
Нанокomпозиты на карбиде вольфрама (на основе керамики)	35,0	2
Нанокomпозиты для фотоэлектричества (на основе металлов/оксидов металлов) (элементы солнечных батарей)	30,0	3
Нанокomпозиты на фосфате кальция/ диоксиде кремния (на основе керамики)	15,6	4
Волокно PVON/ SWNT (на основе углеродных нанотрубок)	7,5	5

### Нанопродукты, уменьшающие энергозатраты

Достижения в нанотехнологиях могут послужить стимулом для производства более дешевых и эффективных солнечных элементов благодаря улучшению эффективности преобразования световой энергии. Батареи на основе нанопроволок, о которых стало известно в 2007 году, однажды могут



заменить литий-ионные батареи, используемые в ноутбуках, сотовых телефонах и в бесчисленном множестве других устройств.

К перспективным областям использования нанотехнологий для снижения энергозатрат относятся: преобразование солнечной энергии; батареи и прочие аккумуляторы энергии; светодиоды.

Рыночный рейтинг энергосберегающих нанопродуктов представлен в таблице 5. Наиболее рейтинговые продукты мирового рынка включают 9 позиций.

**Таблица 5.** Уменьшение энергозатрат: рейтинг нанопродуктов, реализуемых на мировом рынке

Нанопродукты	Текущая ситуация		Прогноз	
	Объем продаж в 2010 г., млн. долл.	Место в рейтинге <sup>9</sup>	CAGR% в 2010-2015	Место в рейтинге <sup>10</sup>
<b>Ферменты (пищевая промышленность)<sup>11</sup></b>	695,0	1	5,0	–
Ферменты (моющие средства)	636	2	7,5	–
Ферменты (текстильная промышленность)	173	3	4,1	–
Ферменты (производство этанола)	94	4	6,9	–
Магнитные нанокompозиты в трансформаторах	87,2	5	14,1	–
Аэрогели для применения в изоляции зданий	82,2	6	40,1	2
<b>Светодиоды высокой яркости</b>	43	7	18,5	4
Присадки к ракетному топливу и взрывчатым веществам (наночастицы алюминия и оксида железа)	10,0	8	29,9	3
Солнечные элементы, сенсibilизированные красителями (DSSC) (наночастицы диоксида титана)	0,006	–	148,8	1

<sup>9</sup> В рейтинг текущих ниш вошли ниши с объемом продаж в 2010 г. более 1 млн. долл.

<sup>10</sup> В рейтинг перспективных ниш вошли ниши с CAGR% в 2010-2015 более 15%

<sup>11</sup> Жирным шрифтом выделены продукты, имеющиеся на российском рынке.

В таблице 6 описаны основные отрасли промышленности и типы применений, в которых имеется коммерческий потенциал для используемых в настоящее время и разрабатываемых наноразмерных (или разработанных на наноуровне) катализаторов.

**Таблица 6.** Основные конечные пользователи и применения нанокатализаторов

Применение	Описание
Химическое производство	Основные применения нанокатализаторов – моющие средства, производство этанола, лекарственные препараты
Производство продуктов питания	Нанокатализаторы (ферменты) придают характерные свойства хлебу, пиву и т.д., улучшая при этом качество и сокращая потребление энергии, количество отходов и загрязнений во многих процессах при производстве продуктов питания и напитков
Производство тканей	Ферменты используются для изменения свойств текстильных волокон, например, в результате биоочистки волокон, биозатирки джинсовых тканей
Производство целлюлозы и бумаги	Предварительное отбеливание целлюлозы
Производство полимеров	Производство полимеров со специфическими свойствами и эксплуатационными характеристиками

Большое количество разработок находится на стадии НИОКР и поступит на рынок к 2015 году (таблица 7).

**Таблица 7.** Уменьшение энергозатрат: рейтинг нанопродуктов мирового рынка, находящихся в разработке

Нанопродукты	Прогнозный объем продаж в 2015 г., млн. долл.	Место в рейтинге
Наночастицы титаната лития в современных ионно-литиевых батареях	382	1
Квантовые точки в светодиодах	21	2
Редкоземельные наноломинофоры в светодиодах	21	3
Солнечные элементы на квантовых точках	7,8	4
Солнечные элементы гибридные металлоорганические (на основе нанокompозитов МЕН-PPV/PbS)	5,6	5
Солнечные элементы гибридные металлоорганические (на основе нанокompозитов P3HT/CdSe)	5,6	6

Нанопродукты	Прогнозный объем продаж в 2015 г., млн. долл.	Место в рейтинге
Солнечные элементы на полимерах, активированных углеродными фуллеренами	0,55	7

### **Нанопродукты, улучшающие экологическую ситуацию**

Мировой рынок нанопродуктов, используемых в защите окружающей среды, в настоящее время практически отсутствует. Большинство продуктов находится в стадии разработки и ожидается на рынке к 2015 году (таблица 8).

**Таблица 8.** Улучшение экологической ситуации: рейтинг нанопродуктов мирового рынка, находящихся в разработке

Наименование ниши	Прогнозный объем продаж в 2015 г., млн. долл.	Место в рейтинге
Нанокатализаторы	563,0	1
Нанохимические датчики	32,0	2
Нанобиодатчики (анализ почвы и поверхностных вод)	12,0	3
Современное оборудование для контроля выхлопов транспортных средств	9,0	4

По оценкам экспертов сектор охраны окружающей среды в 2015 году станет одним из крупнейших (наряду с медициной) пользователем **нанодатчиков** (7% от общего потребления) – \$41 млн.

### **Нанопродукты, повышающие эффективность технологических процессов топливно-энергетического комплекса**

Применения нанотехнологий в ТЭК охватывают производство различных видов топлива и энергии, а также их транспортировку, хранение и распределение. Большой экономический эффект ожидается от каталитического крекинга тяжелых углеводородов, каталитических мембран топливных элементов и других каталитических и ферментативных производств широкого круга органических растворителей и синтетического топлива для двигателей внутреннего сгорания. Рассматриваются все этапы энергетической цепочки от первичного получения энергии и до ее конечного потребления.

## Нанопродукты в нефте- и газопереработке, водородной энергетике.

Рыночный рейтинг данных продуктов представлен в таблице 9.

**Таблица 9.** Повышение эффективности технологических процессов ТЭК: рейтинг нанопродуктов, реализуемых на мировом рынке

Нанопродукты	Текущая ситуация		Прогноз	
	Объем продаж в 2010 г., млн. долл.	Место в рейтинге <sup>12</sup>	CAGR% в 2010-2015	Место в рейтинге <sup>13</sup>
<b>Гидроочистка</b> (наноструктурированные монолитные материалы: цеолитовые катализаторы крекинга) <sup>14</sup>	1450	1	4,9	—
Катализаторы ферментов, используемые в производстве этанола	900	2	9,8	—
Топливные элементы PEMFC на основе платиновых тонких пленок	860	3	20,8	2
<b>Топливные элементы PEMFC на полимерных мембранах</b>	860	3	20,8	2
Флюидный крекинг и повышение сортности тяжелой нефти (нецеолитовые нанокатализаторы для очистки)	150	4	9,8	—
Топливные элементы PAFC на основе платиновых тонких пленок	43	5	11,2	—
<b>Нанопористые полимерные мембраны для топливных элементов</b>	43	5	22,7	1
Наноструктурированные материалы для платиновых тонких пленок в топливных элементах	29,4	6	20,4	3
Аэрогелевая изоляция трубопроводов для переноса энергии	19,8	7	10,2	—
Топливные элементы SOFC (наночастицы сложных оксидов)	0,45	—	20,3	4
<b>Производство водорода</b> (наночастицы в керамических мембранах)	0,1	—	15,2	5

<sup>12</sup> В рейтинг текущих ниш вошли ниши с объемом продаж в 2010 г. более 1 млн. долл.

<sup>13</sup> В рейтинг перспективных ниш вошли ниши с CAGR% в 2010-2015 более 15%

<sup>14</sup> Жирным шрифтом выделены продукты, имеющиеся на российском рынке

Большое количество разработок находится на стадии НИОКР и поступит на рынок к 2015 году (таблица 10).

**Таблица 10.** Повышение эффективности технологических процессов ТЭК: рейтинг нанопродуктов мирового рынка, находящихся в разработке

Нанопродукты	Прогнозный объем продаж в 2015 г., млн. долл.	Место в рейтинге
Наночастицы титаната лития в современных ионно-литиевых батареях	382	1
Топливные элементы DMFC на полимерных мембранах	330,6	2
Гидроочистка (нанопористые тонкие пленки)	80	3
<b>Нанопористые мембраны в нефтепереработке</b>	85	4
<b>Углеродные аэрогели в суперконденсаторах</b>	32,5	5
Химические и газовые нанодатчики в очистке нефти	18,2	7
<b>Нанокompозиты для PEMFC и DMFC</b>	13,6	8
Производство синтетического углеводородного топлива наночастиц металлов/оксидов металлов для сжижения угля	9	9
Топливные элементы на нанорогах	4,0	12

## **Состояние сферы подготовки кадров для наноиндустрии в Российской Федерации**

---

---

### **Состояние сферы подготовки кадров для наноиндустрии.**

---

*Азоев Г.Л., Сумарокова Е.В., Афанасьев В.Я.,  
Борисова М.К., Остаюк С.Ф.,  
Государственный университет управления  
azoev@scanmarket.ru, sumarokova@bk.ru  
Корелин И.А., ЗАО «Прогноз»,  
korelin@prognoz.ru*

Общее количество ВУЗов, имеющих компетенции в области нанотехнологий, в 2011 г. составило 157 организаций – 11% всех организаций наноиндустрии. Полный перечень ВУЗов, ведущих подготовку специалистов в сфере нанотехнологий представлен в таблице 1.

**Таблица 1.** Вузы, ведущие подготовку специалистов в сфере нанотехнологий<sup>15</sup>

Область	Название организации	Направление деятельности
<b>Дальневосточный федеральный округ</b>		
Амурская область	ГОУ ВПО АГМА Центр электронной микроскопии и бионанотехнологии	1. нанобиотехнологии; 2. *подготовка кадров
Амурская область	ГОУ ВПО «Амурская государственная медицинская академия»	1. нанобиотехнологии; 2. *подготовка кадров
Амурская область	ГОУ ВПО Амурский государственный университет (АмГУ)	1. композитные наноматериалы; 2. *подготовка кадров
Приморский край	ГОУ ВПО ДВПИ имени В.В. Куйбышева	1. функцион. наномат. для энергетики; 2. нанобиотехнологии
Приморский край	Дальневосточный федеральный университет – ДФУ (на базе ГОУ ВПО "Дальневосточный государственный университет")	1. конструкционные наноматериалы; 2. наноэлектроника; 3. функцион. наномат. и высокочистые вещества; 4. композитные наноматериалы
Саха (Якутия) республика	ФГАОУ ВПО "Северо-Восточный федеральный университет" (на базе ГОУ ВПО ЯГУ имени М.К. Аммосова)	композитные наноматериалы
Хабаровский край	ГОУ ВПО "Тихоокеанский государственный университет" (ТОГУ)	наноэлектроника
Хабаровский край	ГОУ ВПО КнАГТУ	нанобиотехнологии
<b>Приволжский федеральный округ</b>		
Башкортостан республика	ГОУ ВПО "Башкирский государственный университет" (БашГУ)	* метрология и стандартизация
Башкортостан республика	ГОУ ВПО "Уфимский государственный авиационный технический университет"	конструкционные наноматериалы
Башкортостан республика	Приволжский федеральный университет (на базе ГОУ ВПО "Казанский государственный университет им. В.И. Ульянова-Ленина)	1. *подготовка кадров; 2. наноинженерия

<sup>15</sup> Составлено на основании базы данных головной научной организации и с привлечением информации от головных организаций отраслей.

**Таблица 1 (продолжение).** Вузы, ведущие подготовку специалистов в сфере нанотехнологий

Область	Название организации	Направление деятельности
Кировская область	ГОУ ВПО "Вятский государственный университет"	* подготовка кадров
Марий Эл республика	ГОУ ВПО Марийский государственный технический университет	напоэлектроника
Мордовия республика	ГОУ ВПО "Мордовский государственный университет имени Н.П.Огарева"	* метрология и стандартизация
Нижегородская область	ГОУ ВПО "Нижегородская государственная медицинская академия Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию"	1. нанобиотехнологии; 2. *подготовка кадров
Нижегородская область	ГОУ ВПО "Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского" (ННГУ)	нанобиотехнологии
Нижегородская область	Нижегородский Государственный технический университет	конструкционные наноматериалы
Нижегородская область	Центр наноиндустрии ННГУ	напоэлектроника
Пензенская область	ГОУ ВПО "Пензенский государственный университет"	1. функцион. наномат. и высокочистые вещества; 2. конструкционные наноматериалы
Пензенская область	ГОУ ВПО ПГУАС	конструкционные наноматериалы
Пермский край	ГОУ ВПО "Пермский государственный технический университет"	1. напоэлектроника; 2. конструкционные наноматериалы; 3. композитные наноматериалы; 4. нанотехнологии для систем безопасности; 5. нанобиотехнологии; 6. функцион. наномат. для энергетики; 7. функцион. наномат. для космической техники
Пермский край	ГОУ ВПО "Пермский государственный университет" (ПГУ)	конструкционные наноматериалы



**Таблица 1 (продолжение).** Вузы, ведущие подготовку специалистов в сфере нанотехнологий

Область	Название организации	Направление деятельности
Пермский край	ГОУ ВПО Пермский институт железнодорожного транспорта	конструкционные наноматериалы
Пермский край	ФГНУ "НЦ ПМ" ПГТУ	функцион. наномат. и высокочистые вещества
Самарская область	ГОУ ВПО "Самарский ГЭУ имени академика С.П. Королева"	1. функцион. наномат. для энергетики; 2. функцион. наномат. и высокочистые вещества; 3. наноинженерия
Самарская область	ГОУ ВПО СамГТУ	1. композитные наноматериалы; 2. конструкционные наноматериалы; 3. функцион. наномат. и высокочистые вещества
Самарская область	Тольяттинский государственный университет	композитные наноматериалы
Саратовская область	ГОУ ВПО "Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского"	1. композитные наноматериалы; 2. наноинженерия; 3. нанобиотехнологии
Саратовская область	Саратовский государственный технический университет	наноинженерия
Саратовская область	Энгельский технологический институт (филиал СГТУ)	конструкционные наноматериалы
Татарстан республика	ГОУ ВПО "Казанский Государственный Медицинский Университет" Федерального Агентства по Здравоохранению	нанобиотехнологии
Татарстан республика	ГОУ ВПО "Казанский государственный технический университет им. А.Н. Туполева"	композитные наноматериалы
Татарстан республика	ГОУ ВПО "Казанский государственный технологический университет"	композитные наноматериалы
Удмуртия республика	ГОУ ВПО "Ижевская государственная медицинская академия"	1. композитные наноматериалы; 2. нанобиотехнологии

**Таблица 1 (продолжение).** Вузы, ведущие подготовку специалистов в сфере нанотехнологий

Область	Название организации	Направление деятельности
Удмуртия республика	ГОУ ВПО УдГУ	композитные наноматериалы
Удмуртия республика	ИжГТУ	конструкционные наноматериалы
Ульяновская область	ГОУ ВПО "УлГТУ"	композитные наноматериалы
Ульяновская область	ГОУ ВПО "Ульяновский ГУ"	* подготовка кадров
Чувашия республика	Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова	нанозлектроника
<b>Северо-западный федеральный округ</b>		
Архангельская область	Северный (Арктический) федеральный университет (на базе ГОУ ВПО "Архангельский государственный технический университет")	композитные наноматериалы
Калининградская область	РГУ имени Иммануила Канта	1.композитные наноматериалы; 2.*подготовка кадров; 3.функцион. наномат. и высококочистые вещества; 4.функцион. наномат. для космической техники
Карелия республика	ГОУ ВПО ПетрГУ	1.композитные наноматериалы; 2.* подготовка кадров
Карелия республика	НИЛ "Физика наноструктурированных оксидных пленок и покрытий" КГПУ	композитные наноматериалы
Ленинградская область	ГОУ ВПО "Северо-Западный государственный заочный технический университет" (СЗТУ)	1.функцион. наномат. и высококочистые вещества; 2.композитные наноматериалы; 3.конструкционные наноматериалы
Санкт-Петербург	Балтийский государственный технический университет "Военмех" им. Д.Ф. Устинова	функцион. наномат. для энергетики

Таблица 1 (продолжение). Вузы, ведущие подготовку специалистов в сфере нанотехнологий

Область	Название организации	Направление деятельности
Санкт-Петербург	Государственный научно-исследовательский институт особо чистых биопрепаратов (ФГУП)	нанобиотехнологии
Санкт-Петербург	ГОУ ВПО "Санкт-Петербургский государственный горный институт имени Г.В. Плеханова (ТУ)"	1. конструкционные наноматериалы; 2. композитные наноматериалы; 3. функцион. наномат. и высокочистые вещества; 4. наноинженерия
Санкт-Петербург	ГОУ ВПО "Санкт-Петербургский государственный политехнический университет"	конструкционные наноматериалы
Санкт-Петербург	ГОУ ВПО "Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики" (ИТМО)	1. наноэлектроника; 2. нанобиотехнологии; 3. наноинженерия
Санкт-Петербург	ГОУ ВПО "Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет "ЛЭТИ" им. В.И. Ульянова (Ленина)"	1. нанотехнологии для систем безопасности; 2. наноэлектроника; 3. нанобиотехнологии
Санкт-Петербург	ГУАП	функцион. наномат. для космической техники
Санкт-Петербург	Кафедра инженерной радиоэкологии и радиохимической технологии СПб ГТИ (ТУ)	функцион. наномат. и высокочистые вещества
Санкт-Петербург	Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Санкт-Петербургский институт машиностроения (ИМЗ-ВТУЗ)	конструкционные наноматериалы
Санкт-Петербург	Санкт-Петербургский Академический университет	* подготовка кадров
Санкт-Петербург	СПбГТИ (ТУ)	1.*подготовка кадров; 2. композитные наноматериалы

**Таблица 1 (продолжение).** Вузы, ведущие подготовку специалистов в сфере нанотехнологий

Область	Название организации	Направление деятельности
Санкт-Петербург	ФГОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный университет	наноэлектроника
<b>Северо-Кавказский федеральный округ</b>		
Дагестан республика	ГОУ ВПО ДГУ	1.*метрология и стандартизация; 2.наноэлектроника
Кабардино-Балкария республика	ГОУ ВПО КБГУ	1.конструкционные наноматериалы; 2.композитные наноматериалы; 3.*подготовка кадров
Кабардино-Балкария республика	Кабардино-Балкарская сельскохозяйственная академия	конструкционные наноматериалы
Северная Осетия республика	ГОУ ВПО "Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет)"	композитные наноматериалы
Северная Осетия республика	ГОУ ВПО Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова (СОГУ)	1.наноинженерия; 2.*подготовка кадров
Ставропольский край	ГОУ ВПО "Северо-Кавказский государственный технический университет"	1.нанобиотехнологии; 2.наноинженерия; 3.композитные наноматериалы
Алтай республика	ГОУ ВПО АлтГТУ им. И.И. Ползунова"	композитные наноматериалы
Алтайский край	Бийский технологический институт (филиал) ГОУ ВПО "Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова"	функцион. наномат. и высокочистые вещества
Иркутская область	ГОУ ВПО ИрГТУ	1.наноэлектроника; 2.композитные наноматериалы
Кемеровская область	ГОУ ВПО КемГУ	1.функцион. наномат. и высокочистые вещества; 2.констр. наноматериалы

**Таблица 1 (продолжение).** Вузы, ведущие подготовку специалистов в сфере нанотехнологий

Область	Название организации	Направление деятельности
<b>Сибирский федеральный округ</b>		
Красноярский край	ФГОУ ВПО СФУ	1. нанобиотехнологии; 2. наноинженерия
Новосибирская область	ГОУ ВПО "Новосибирский государственный технический университет"	1. конструкционные наноматериалы; 2. композитные наноматериалы; 3. наноэлектроника
Новосибирская область	ГОУ ВПО "Новосибирский государственный университет"	1. композитные наноматериалы; 2. наноэлектроника; 3. функцион. наномат. для энергетики; 4. функцион. наномат. для космической техники; 5. нанобиотехнологии
Новосибирская область	Новосибирский государственный медицинский университет	нанобиотехнологии
Новосибирская область	Сибирская государственная геодезическая академия (СГГА)	наноэлектроника
Омская область	ГОУ ВПО ОмГТУ	1. наноэлектроника; 2. функцион. наномат. для космической техники
Омская область	ГОУ ОмГУ им. Ф.М. Достоевского	* подготовка кадров
Томская область	ГОУ ВПО "Сибирский государственный медицинский университет" (СибГМУ)	нанобиотехнологии
Томская область	ГОУ ВПО "Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники"	1. конструкционные наноматериалы; 2. функцион. наномат. для космической техники; 3. наноэлектроника
Томская область	ГОУ ВПО "Томский политехнический университет"	1. функцион. наномат. для энергетики; 2. функцион. наномат. и высокочистые вещества

**Таблица 1 (продолжение).** Вузы, ведущие подготовку специалистов в сфере нанотехнологий

Область	Название организации	Направление деятельности
Томская область	ГОУ ВПО "Томский государственный университет" (ТГУ)	1.функцион. наномат. и высокочистые вещества; 2.нанoeлектроника; 3.функцион. наномат. для энергетики; 4.композитные наноматериалы
<b>Уральский федеральный округ</b>		
Свердловская область	ГОУ ВПО УрГУ им. А.М. Горького	1.функцион. наномат. для энергетики; 2.функцион. наномат. и высокочистые вещества; 3.нанобиотехнологии; 4.композитные наноматериалы; 5.нанoeлектроника; 6.наноинженерия
Свердловская область	Уральский федеральный университет (на базе ГОУ ВПО "УГТУ-УПИ имени первого Президента России Б. Н. Ельцина")	композитные наноматериалы
Свердловская область	Центр сенсорных технологий УрГЭУ	наноинженерия
Тюменская область	ГОУ ВПО "Тюменский государственный университет"	* подготовка кадров
Челябинская область	ГОУ ВПО "Южно-Уральский государственный университет"	1.композитные наноматериалы; 2.конструкционные наноматериалы; 3.функцион. наномат. для энергетики
Челябинская область	ГОУ ВПО МГТУ им. Носова	1.композитные наноматериалы; 2.конструкционные наноматериалы; 3.* подготовка кадров
Челябинская область	Челябинский агроинженерный университет (ЧГАУ)	конструкционные наноматериалы

**Таблица 1 (продолжение).** Вузы, ведущие подготовку специалистов в сфере нанотехнологий

Область	Название организации	Направление деятельности
<b>Центральный федеральный округ</b>		
Белгородская область	ГОУ ВПО "Белгородский государственный университет" (БелГУ)	1. нанобиотехнологии; 2. функцион. наномат. для космической техники; 3. конструкционные наноматериалы; 4. композитные наноматериалы; 5. функцион. наномат. для энергетики
Белгородская область	ГОУ ВПО Белгородский Государственный Технологический Университет им. В.Г. Шухова	конструкционные наноматериалы
Владимирская область	ГОУ ВПО "Владимирский государственный университет"	1. конструкционные наноматериалы; 2. * метрология и стандартизация
Воронежская область	ГОУ ВПО "Воронежский государственный университет"	нанобиотехнологии
Воронежская область	ГОУ ВПО Воронежская государственная технологическая академия (ВГТА)	конструкционные наноматериалы
Воронежская область	ГОУ ВПО Воронежская государственная лесотехническая академия (ВГЛТА)	конструкционные наноматериалы
Воронежская область	ГОУ ВПО Воронежский государственный технический университет (ВГТУ)	1. наноэлектроника; 2. конструкционные наноматериалы
Ивановская область	ГОУ ВПО "Ивановский Государственный Химико-Технологический Университет"	1. конструкционные наноматериалы; 2. композитные наноматериалы
Ивановская область	ГОУ ВПО "Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина" (ИГЭУ)	* метрология и стандартизация
Ивановская область	ГОУ ВПО ИвГУ	конструкционные наноматериалы

**Таблица 1 (продолжение).** Вузы, ведущие подготовку специалистов в сфере нанотехнологий

Область	Название организации	Направление деятельности
Калужская область	Автономная некоммерческая организация "Региональный учебный центр ИНФО"	наноэлектроника
Костромская область	Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко (ВАРХБЗ им. С.К.Тимошенко)	нанотехнологии для систем безопасности
Курская область	ГОУ ВПО "Курский государственный технический университет"	* информационная инфраструктура
Липецкая область	ГОУ ВПО "Липецкий государственный технический университет" (ЛГТУ)	* метрология и стандартизация
Москва	Военная Академия РВСН им. Петра Великого	наноинженерия
Москва	Государственное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт технической эстетики" (ВНИИТЭ)	1.*информационная инфраструктура; 2.*подготовка кадров
Москва	ГОУ ВПО "МАТИ" - Российский государственный технологический университет имени К.Э.Циолковского	наноинженерия
Москва	ГОУ ВПО "МГТУ имени Н.Э. Баумана"	1. нанотехнологии для систем безопасности; 2. конструкционные наноматериалы; 3. композитные наноматериалы; 4. наноэлектроника; 5. нанобиотехнологии; 6. функцион. наномат. для космической техники; 7. наноинженерия; 8. функцион. наномат. и высокочистые вещества; 9.*подготовка кадров
Москва	ГОУ ВПО "Московская государственная академия тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова" (МИХТ)	1. композитные наноматериалы; 2. конструкционные наноматериалы



**Таблица 1 (продолжение).** Вузы, ведущие подготовку специалистов в сфере нанотехнологий

Область	Название организации	Направление деятельности
Москва	ГОУ ВПО "Московский государственный индустриальный университет"	1. наноэлектроника; 2. композитные наноматериалы
Москва	ГОУ ВПО "Московский государственный строительный университет" (МГСУ)	1. конструкционные наноматериалы; 2. композитные наноматериалы
Москва	ГОУ ВПО "Московский государственный университет инженерной экологии" (МИХМ-МГУИЭ)	композитные наноматериалы
Москва	ГОУ ВПО "Московский педагогический государственный университет" (МПГУ)	1. нанобиотехнологии; 2. конструкционные наноматериалы
Москва	ГОУ ВПО "Московский энергетический институт (ТУ)". (МЭИ (ТУ))	функцион. наномат. для энергетики
Москва	ГОУ ВПО "Российский государственный медицинский университет Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию"	нанобиотехнологии
Москва	ГОУ ВПО "Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина"	композитные наноматериалы
Москва	ГОУ ВПО "РУДН"	нанобиотехнологии
Москва	ГОУ ВПО ГУ ВШЭ	* информационная инфраструктура
Москва	ГОУ ВПО ГУУ (Государственный университет управления)	* подготовка кадров
Москва	ГОУ ВПО МГТУ "МАМИ"	конструкционные наноматериалы
Москва	Всероссийский научно-исследовательский технологический институт ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка Россельхозакадемии	1. конструкционные наноматериалы; 2. композитные наноматериалы
Москва	ГОУ ВПО МГТУ "СТАНКИН"	конструкционные наноматериалы

**Таблица 1 (продолжение).** Вузы, ведущие подготовку специалистов в сфере нанотехнологий

Область	Название организации	Направление деятельности
Москва	ГОУ ВПО МГУПИ	* метрология и стандартизация
Москва	ГОУ ВПО "Московский авиационный институт (ГТУ)"	1.конструкционные материалы; 2.наноинженерия; 3.композитные наноматериалы
Москва	ГОУ ВПО МИРЭА (ТУ)	1.*подготовка кадров; 2.нанoeлектроника
Москва	ГОУ ВПО МИЭМ	нанoeлектроника
Москва	ГОУ ВПО ММА им. И.М. Сеченова	нанобиотехнологии
Москва	ГОУ ВПО Московский государственный университет печати	конструкционные наноматериалы
Москва	ГОУ ВПО РХТУ им. Д.И. Менделеева	1.функцион. наномат. для энергетики; 2.композитные наноматериалы
Москва	МГАВМиБ им.К.И.Скрябина	наноинженерия
Москва	МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВЕЧЕРНИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (МГВМИ)	функцион. наномат. для энергетики
Москва	МГУ им. М.В. Ломоносова	1.конструкционные наноматериалы; 2.*подготовка кадров; 3.функцион. наномат. для энергетики; 4.нанoeлектроника; 5.нанобиотехнологии; 6.наноинженерия; 7.композитные наноматериалы; 8.функцион. наномат. и высокочистые вещества
Москва	МГУ-ФТИАН	1.композитные наноматериалы; 2.наноинженерия

**Таблица 1 (продолжение).** Вузы, ведущие подготовку специалистов в сфере нанотехнологий

Область	Название организации	Направление деятельности
Москва	Московский государственный открытый университет (МГОУ)	функцион. наномат. для энергетики
Москва	МТУСИ	нанoeлектроника
Москва	МФТИ (ГУ)	композитные наноматериалы
Москва	НИТУ "МИСиС"	1. функцион. наномат. для энергетики; 2. функцион. наномат. и высокочистые вещества; 3. конструкционные наноматериалы; 4. композитные наноматериалы
Москва	НОУ ДПО "Институт Информационных технологий "АйТи"	* подготовка кадров
Москва	ОАО "ВНЦМДЛ"	нанобиотехнологии
Москва	ООО Институт трибологии им. И.В. Крагельского	* оборудование для наноиндустрии
Москва	Российский государственный университет инновационных технологий и предпринимательства (ПФ "РГУ ИТП")	функцион. наномат. для энергетики
Москва	РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева	конструкционные наноматериалы
Москва	РосНой	наноинженерия
Москва	ФГБОУ ВПО "Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ"	1. наноинженерия; 2. нанобиотехнологии; 3. * подготовка кадров; 4. функцион. наномат. и высокочистые вещества; 5. функцион. наномат. для энергетики
Москва	ФГОУ "Институт повышения квалификации Федерального медико-биологического агентства"	нанобиотехнологии

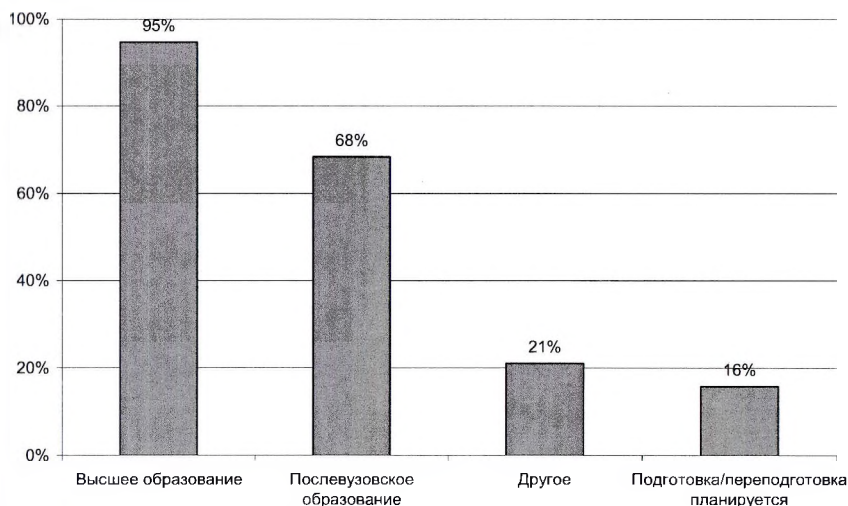
**Таблица 1 (продолжение).** Вузы, ведущие подготовку специалистов в сфере нанотехнологий

Область	Название организации	Направление деятельности
Московская область	ГОУ ВПО "ПушГУ"	нанобиотехнологии
Рязанская область	ГОУ ВПО "Рязанский государственный радиотехнический университет"	1.*подготовка кадров; 2.*метрология и стандартизация
Рязанская область	ГОУ ВПО "Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина" (РГУ имени С.А. Есенина)	1.наноинженерия; 2.конструкционные наноматериалы
Рязанская область	ФГОУ ВПО "Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева"	нанобиотехнологии
Тамбовская область	ГОУ ВПО "Тамбовский государственный технический университет" (ТГТУ)	конструкционные наноматериалы
Тамбовская область	ТГУ имени Г.Р. Державина	наноинженерия
Тверская область	ГОУ ВПО "Тверской государственный технический университет" (ТГТУ)	функцион. наномат. и высокочистые вещества
Тверская область	ГОУ ВПО "Тверской государственный университет" (ТвГУ)	* информационная инфраструктура
Тульская область	ГОУ ВПО "Тульский государственный университет"	* информационная инфраструктура
Ярославская область	РГАТА им. П.А.Соловьева	1.функцион. наномат. для энергетики; 2.композитные наноматериалы; 3.функцион. наномат. и высокочистые вещества
Ярославская область	Ярославский Государственный Университет им. П.Г. Демидова (ЯрГУ)	композитные наноматериалы
<b>Южный федеральный округ</b>		
Волгоградская область	ГОУ ВПО Волгоградский государственный технический университет	1.композитные наноматериалы; 2.конструкционные наноматериалы

**Таблица 1 (продолжение).** Вузы, ведущие подготовку специалистов в сфере нанотехнологий

Область	Название организации	Направление деятельности
Волгоградская область	ГОУ ВПО Волгоградский государственный университет	1. наноинженерия; 2. *подготовка кадров
Краснодарский край	ГОУ ВПО КубГУ	1. наноэлектроника; 2. композитные наноматериалы
Ростовская область	ГОУ ВПО ЮРГТУ (НПИ)	1. *подготовка кадров; 2. композитные наноматериалы
Ростовская область	Таганрогский государственный радиотехнический университет	наноинженерия
Ростовская область	ФГОУ ВПО ЮФУ	1. наноэлектроника; 2. композитные наноматериалы
Ростовская область	Таганрогский технологический институт ЮФУ (ТТИ ЮФУ)	наноэлектроника

Гистограмма на рисунке 1 демонстрирует, какие уровни подготовки кадров для наноиндустрии реализованы в ВУЗах, представленных в изученной выборке<sup>16</sup>.



**Рисунок 1.** Распределение ВУЗов по уровням подготовки кадров для наноиндустрии

<sup>16</sup> В выборку вошли 85 ВУЗов, имеющих НОЦ и согласившихся участвовать в опросе.

**Таблица 2.** Распределение ВУЗов по уровням подготовки кадров для наноиндустрии (группа ответов «Другое»)

Варианты ответа	Кол-во ответов
Нет ответа	3
Аспирантура, докторантура	3
Профорентация абитуриентов	1
Специализированные курсы	1
Преподавание нанотехнологий в рамках элективов для студентов, в циклах подготовки для аспирантов и соискателей	1
подготовка аспирантов и докторантов по нанофизике	1
школы молодых ученых по нанотехнологиям: довузовская подготовка в области нанотехнологий осуществляется в специализированном учебно-научном центре (лицее) в рамках реализации образовательных программ среднего образования	1

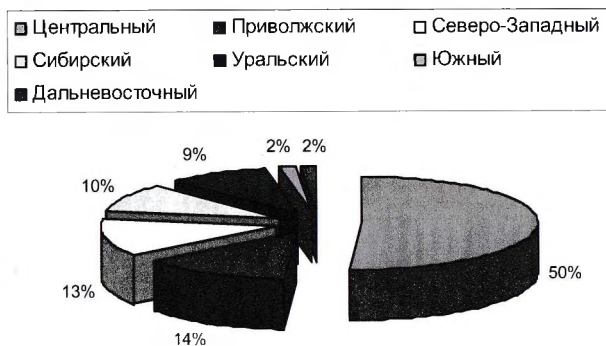
Около 50-ти процентов всех образовательных организаций расположено в Центральном федеральном округе (в Московском регионе – 25%), в Приволжском и Северо-Западном округах – 14% и 13%, соответственно. Доля двух столиц по количеству образовательных организаций составляет 32%.

География образовательных организаций по подготовке специалистов для национальной наноиндустрии, принявших участие в опросе, представлена на рисунке 2.



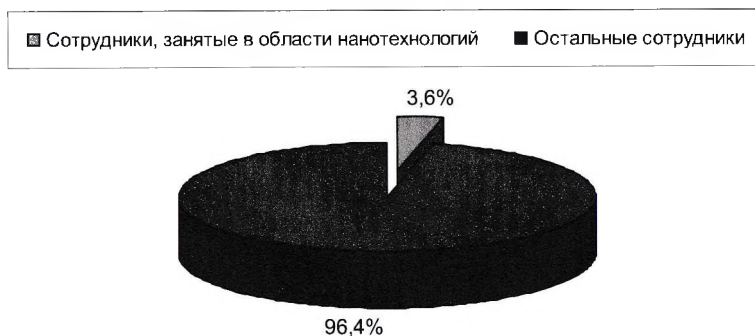
**Рисунок 2.** Географическое расположение российских организаций, занимающихся подготовкой/переподготовкой кадров для наноиндустрии РФ

Анализ регионального распределения организаций, занимающихся подготовкой/переподготовкой кадров для nanoиндустрии, по федеральным округам РФ представлен на рисунке 3.



**Рисунок 3** Распределение организаций, занимающихся подготовкой/переподготовкой кадров для nanoиндустрии, по федеральным округам РФ

При этом, только 3,6% сотрудников ВУЗов, позиционирующих себя «в nanoиндустрии РФ», работают в области нанотехнологий (рисунок 4).



**Рисунок 4.** Удельный вес сотрудников, занятых в области нанотехнологий

## **Формирование общих методических принципов эксплуатации ресурсов вычислительного кластера ННС по направлению «Наноинженерия»**

---

*Власов А.И. , Журавлева Л.В.,*

*Аверьянихин А.Е.*

*МГТУ им. Н.Э.Баумана*

*avdengineer@gmail.com*

Для повышения эффективности обучения студентов по направлению «Наноинженерия» используются АИС на основе ядра MOODLE, учебный материал в которой размещается в соответствии с требованиями стандарта SCORM. При разработке средств обучения используются следующие принципы и подходы.

**Сквозное проектирование** (рисунок 1). При сквозном проектировании обеспечивается инвариантность объекта, что позволяет сосредоточить внимание студентов на процессе проектирования и формирует такое профессионально значимое личное качество как умение доводить начатое дело до конца.

*Командные методы научной (КНИРС) и практической работы (семинары, лабораторные, деловые игры, кейсы, творческие мастерские).* Формирование команд на семинарах, лабораторных работах, деловых играх в рамках одной группы проводится по принципу добровольного участия в команде. В командах для выполнения работ по КНИРС участвуют студенты разных курсов и групп, что позволяет студентам старших курсов передавать накопленный опыт научной и практической работы студентам младших



курсов. В творческих мастерских команды формируются в рамках решаемой производственной задачи в зависимости от профессионального уровня студентов.

### Концепция сквозного проектирования в наноинженерии

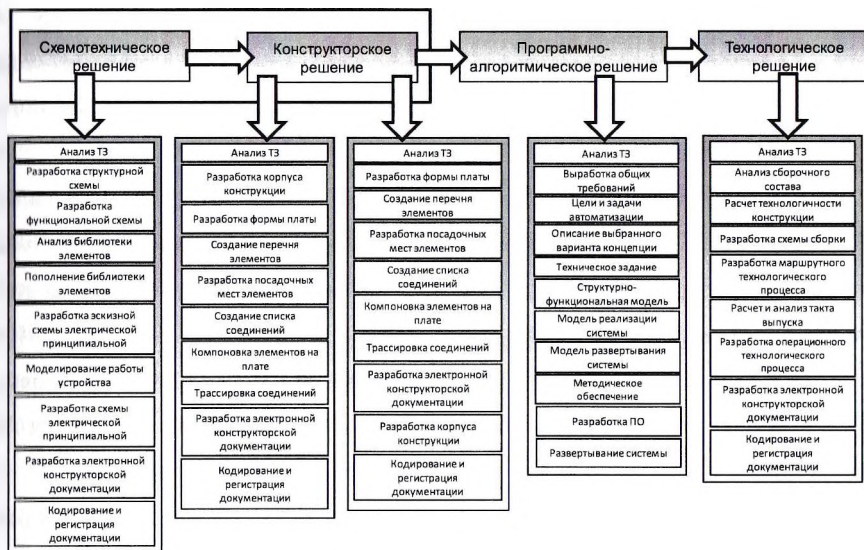


Рисунок 1. Сквозное проектирование в «Наноинженерии»

*Доступность и оперативность.* Использование возможностей интернет обеспечивает студентам доступ к средствам и методам обучения, оперативное участие преподавателя в учебном процессе и контроль качества выполнения учебных заданий.

*Природосообразность.* Процесс обучения строится согласно возрастных и индивидуальных особенностей и направляется на самовоспитание, самообразование, самообучение.

*Гуманизация.* Отношения преподавателей и студентов строятся на признании прав студентов и уважении к ним, для чего используется

маршрутное обучение, предоставляющее студенту возможность выбирать состав учебных курсов и маршрут их изучения.

*Целостность, упорядоченность.* Целостность и упорядоченность учебного материала направлены достижение единства и взаимосвязи всех компонентов учебного процесса.

*Принцип демократизации.* Принцип демократизации предоставляет определенные свободы для саморазвития, самообразования, самообучения.

*Единство и непротиворечивость действий учебных заведений и образа жизни студентов* направлены на организацию комплексного образовательного процесса.

*Принцип целесообразности* позволяет вести отбор содержания, методов, средств и форм подготовки специалистов с учетом особенностей выбранной специальности с целью формирования профессионально-значимых личностных качеств, знаний и умений.

*Политехнизм* направлен на выявление инвариантной научной основы, общей для различных наук, дисциплин, что позволяет переносить знания из одной области в другую.

Обучение состоит в том, чтобы перенимать знания, накопленные предыдущими поколениями, и добывать новые знания, чтобы развиваться.

Учитывая, что люди могут воспринимать и воспроизводить одну и ту же информацию по-разному, по-разному, для наиболее эффективной реализации процесса обучения человечество накапливало большой опыт, развивало сферу образования, педагогики и психологии. В результате этой деятельности, было получено множество подходов и методов образования и обучения. Каждый из приведенных методов решает свои задачи, обладает своими свойствами и признаками, основан на своих принципах и в равной степени применим и для обучения студентов по направлению «Наноинженерия».

*Проблемное обучение.* Концепция проблемного обучения получила широкое распространение, тем не менее, существует несколько подходов к ее трактовке.

Проблемное обучение – это совокупность таких действий как организация проблемных ситуаций, формулирование проблем, оказание ученикам необходимой помощи в решении проблем, проверка этих решений и, наконец, руководство процессом систематизации и закрепления приобретенных знаний.

Проблемное обучение – это тип развивающего обучения, содержание которого представлено системой проблемных задач различного уровня сложности, в процессе решения которых учащиеся овладевают новыми знаниями и способами действия, а через это происходит формирование творческих способностей: продуктивного мышления, воображения, познавательной мотивации, интеллектуальных эмоций.

Проблемное обучение – это такая организация учебных занятий, которая предполагает создание под руководством преподавателя проблемных ситуаций и активную самостоятельную деятельность учащихся по их разрешению, в результате чего и происходит творческое овладение профессиональными знаниями, навыками и умениями и развитие мыслительных способностей.

Проблемное обучение – организованный преподавателем способ активного взаимодействия субъекта с проблемно-представленным содержанием обучения, в ходе которого он приобщается к объективным противоречиям научного знания и способам их решения. Учителя мыслить, творчески усваивать знания.

В общей трактовке можно сказать, что Проблемное обучение – система методов и средств обучения, основой которого выступает моделирование реального творческого процесса за счет создания проблемной ситуации и управления поиском решения проблемы.

На практике проблемное обучение осуществляется в трех основных формах:

- проблемного изложения материала преподавателем в лекциях (так называемые проблемные лекции);
- частично-поисковой деятельности студентов при участии преподавателя во время проведения семинарских и лабораторных занятий;
- самостоятельного исследования и поиска выхода из проблемной ситуации, осуществляемого студентами под руководством преподавателя при написании рефератов, курсовых работ, дипломных проектов, а также при выполнении студентами исследовательской работы в научных кружках, в отраслевых лабораториях.

Ключевым понятием проблемного обучения является «проблемная ситуация», которая создается преподавателем с учебной целью. Она включает сложный теоретический или практический вопрос, требующий изучения, расширения, исследования в сочетании с определенными условиями и обстоятельствами, создающими ту или иную обстановку (ситуацию).

Проблемная ситуация, как правило, имеет две стороны:

- предметно – содержательную, связанную с вычленением противоречия опорных знаний, нехваткой какой-то существенной информации;
- мотивационную, направленную на осознание противоречия и пробуждение желания его устранить при условии приобретения студентами каких-то новых знаний;

Уровни проблемного обучения зависят от содержания учебного материала (наличие возможности создать проблемные ситуации различной степени трудности) и типа самостоятельных действий студента.

По этим признакам специалисты выделяют четыре проблемы:

- уровень, обуславливающий репродуктивную деятельность;

- уровень, обеспечивающий применение прежних знаний в новой ситуации;
- репродуктивно-поисковый уровень;
- творческий уровень.

При выделении и формулировке проблемных ситуаций на любом уровне преподаватель должен руководствоваться следующими требованиями: не постулировать истины в готовом виде, а выявлять и показывать противоречия, детерминирующие зарождение и развитие того или иного явления; ориентировать студентов на максимальную самостоятельность в познавательной деятельности; соотносить проблемную ситуацию, с одной стороны, с тезаурусом обучаемых, а с другой – предусмотреть, чтобы она была достаточно трудной, а не банальной; опираться на основные дидактические принципы (научность, систематичность, наглядность и т. д.).

Проблемное обучение имеет следующие преимущества:

- позволяет личности на основе имеющейся многообразной информации выработать свои собственные позиции;
- соотнести собственные позиции с чужими воззрениями, найти среди них те, которые соприкасаются с его взглядами, и выработать свое отношение к неприемлемым точкам зрения, т.е. сформировать информационное мировоззрение, которое является открытым для уточнения, углубления, изменения;
- в процессе обучения, студенту закладывается правильный стереотип жизненного поведения, ведь социальная (и не только) жизнь человека состоит из возникновения проблемы и поисков пути их решения.

Минусами проблемного образования можно отнести:

- узконаправленность, так как далеко не все знания можно приобретать путем постановки проблемы, то есть процесс образования не может постоянно носить характер проблемы;

- этот метод применим не ко всем обучающимся, и в некоторых случаях требует адаптации под конкретного студента.

### **Проблемно – модульное обучение.**

Схожим с проблемным методом обучения является метод проблемно – модульного образования, который в последнее время приобрел большую популярность в вузах США, Германии, Англии, а также в системе дистанционного обучения MOODLE.

Технология проблемно-модульного обучения базируется на нескольких основных положениях:

- «сжатие» учебной информации;
- модульность;
- рейтинговая оценка знаний, умений и навыков, сформированных у учащихся.

Под «сжатием» учебной информации подразумеваются обобщения, укрупнения, систематизации и генерализации знаний с использованием достижений «инженерии» знаний.

*Обучающий модуль* – это фрагмент содержания курса вместе с учебными материалами, самостоятельно планируемая единица учебной деятельности, помогающая достичь четко определенных целей или, другими словами, автономная порция учебного материала. Российские ученые (А. Вербицкий, Ю. Балашов, В. Рыжов и др.) развили этот вопрос, введя понятие профессионально сориентированного «деятельностного модуля», где модуль – это определенный объем учебной информации, необходимый для выполнения какой-либо конкретной профессиональной деятельности. Особенности модуля:

- разбивка специальности на законченные части (модули и его элементы), имеющие самостоятельное значение;
- отсеивание материала, являющегося «лишним» для данного конкретного вида работ;
- максимальная индивидуализация продвижения в обучении.

Модуль может включать несколько модульных единиц, каждая из которых содержит описание одной законченной операции или приема. Модульные единицы могут расширять и дополнять содержание модуля в зависимости от требований конкретной профессиональной деятельности. В составе каждого модуля можно выделить следующие элементы:

- учебные цели;
- список необходимого оборудования и учебных материалов;
- список смежных учебных элементов;
- собственно учебный материал в виде краткого конкретного текста, сопровождаемого иллюстрациями;
- практические занятия для отработки необходимых навыков, относящихся к данному учебному элементу;
- зачетная (контрольная) работа, четко соответствующая целям, поставленным в данном учебном элементе.

Сущность модульного обучения состоит в том, что обучающийся более самостоятельно или полностью самостоятельно может работать с предложенной ему индивидуальной учебной программой, содержащей в себе целевую программу действий, банк информации и методическое руководство по достижению поставленной дидактической цели. Функции педагога при этом варьируют в зависимости от уровня учащихся – от информационно-контролирующей до консультативно-координирующей. Элементы, составляющие модуль, могут быть связаны как между собой внутри системы, так и с «внешними» по отношению к данному модулю элементами (например, при формировании межпредметных связей).

Последним важным атрибутом проблемно-модульного образования является рейтинговая система оценки знаний и достижений. Рейтинг позволяет более детально оценивать студентов в процессе обучения, активно вовлекать их в учебный процесс и соблюдать требования объективности.

Для оценки различных видов учебной деятельности студентов традиционно используют 5-балльную шкалу, которая не всегда адекватно

определяет уровень знаний и подготовленности студентов. В такой шкале оценок разница между ближайшими оценками составляет один балл, что составляет достаточно большую величину даже от максимальной оценки и в относительных единицах равна 20%. Объективность и обоснованность оценки при таком подходе снижаются, и результаты оценивания носят достаточно приближенный характер. Пятибалльная система оценок позволяет менее детально отслеживать динамику учебного процесса, которая в вузе больше применяется при итоговой аттестации, а не как мера оценки текущего изменения знаний и уровня развития студентов.

Для устранения вышеуказанных недостатков 5-балльной шкалы предлагается многобалльная система оценки (рейтинг) знаний и умений студентов, обучающихся по направлению «Наноинженерия», суть которой состоит в следующем.

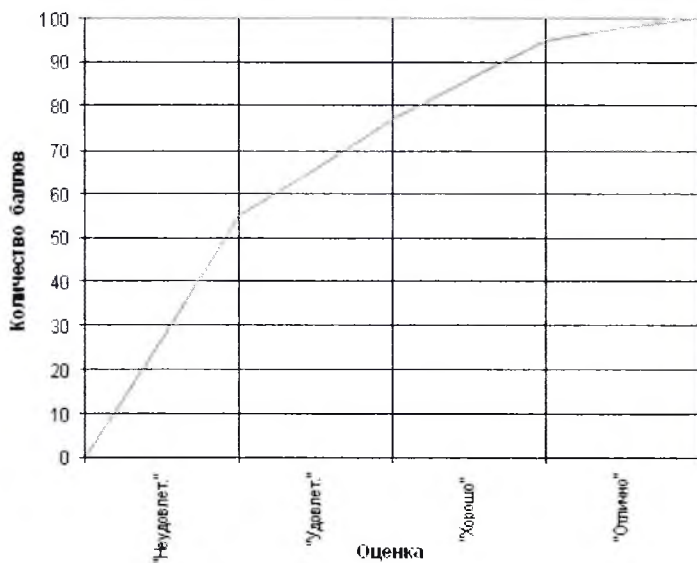
Как показывает педагогическая практика, опытный преподаватель может оценить успеваемость студентов с точностью около 0,1 балла по 5-балльной шкале. Можно предположить, что теоретическим пределом такой точности оценки будет величина 0,05, то есть в этом случае новая дискретность оценки составит  $d5^* = 0,05$ . Так как оценки удобно выставлять целыми баллами, то увеличение  $d5^*$  в 20 раз приведет к тому, что максимальная оценка в 5 баллов преобразуется в максимальную оценку в 100 баллов. Получается 100-балльная шкала оценок с дискретностью  $d100 = 1$ . В результате, ближайшим оценкам ( $d5 = 1$ ) в 5-балльной системе соответствует интервал в 20 баллов в 100-балльной шкале ( $d100 = 1$ ). Таким образом, сглаживается психологический эффект от «магических» цифр 2, 3, 4 и 5.

Для 100-балльной шкалы выделяют четыре характерных диапазона оценок: 1) «неудовлетворительно»; 2) «удовлетворительно»; 3) «хорошо»; 4) «отлично».

На рисунке 1.2.2 представлена взаимосвязь между 100-балльной и 5-балльной шкалой. В качестве примера здесь выбрано следующее распределение баллов по диапазонам оценок: 0 – 55 –



«неудовлетворительно»; 56 – 77 – «удовлетворительно»; 78 – 94 – «хорошо»; 95 – 100 – «отлично».



**Рисунок 2.** Сопоставление многобалльной с классической пятибалльной системой оценки знаний

Зависимость между 100-балльной и 5-балльной шкалой может быть существенно нелинейной. Это дает возможность преподавателю через рейтинг влиять на учебный процесс таким образом, чтобы добиться выполнения поставленной педагогической задачи, например путем изменения границ диапазонов оценок.

Преимущества проблемно-модульного образования:

- возможность более быстрого изучения учебного материала;
- высокий уровень структурированности учебного материала, что делает работу с ним проще;
- наличие гибкой адекватной рейтинговой системы оценки знаний;
- ориентированность на решение проблемы, на изучение и понимание сути проблемы;
- исключение из обучения лишних, ненужных фрагментов.

Недостатки проблемно – модульного образования:

- необходимость детальной проработки учебного материала, что требует времени и ресурсов;
- ограниченность познаний обучающегося рамками модуля, исключение дополнительной информации в процессе сжатия;
- нежелательность использования системы в начальном образовании, ввиду суженности рамок преподаваемого материала.

### **Непрерывное образование.**

Непрерывное образование – образование, охватывающее всю жизнь человека, включающее в себя формальные (школа, институт и др.) и неформальные (значимые люди, образовательные курсы без сертификации и т.д.) виды образования; связь между изучаемыми предметами и различными аспектами развития человека (физическим, моральным, интеллектуальным и т.п.) на отдельных этапах жизни, способность к ассимиляции новых достижений науки; совершенствование умений учиться; стимулирование мотивации к учебе; создание соответствующих условий и атмосферы для учебы; реализация творческого и инновационного подходов, акцент на самообразовании и т.п.

Качество работы и трудовой жизни предполагает определенный уровень образования.

Именно для выполнения этого требования и была создана система непрерывного образования, основными целями которого являются расширение и диверсификация образовательных услуг, дополняющих базовое школьное или вузовское обучение. Этим признается недостаточность или неспособность базовой системы научить человека всему, что ему придется делать в течение трудовой жизни. Непрерывное образование приравнивается к образованию взрослых, так как речь идет о различных формах переподготовки, повышения квалификации и культурного уровня людей, преодолевших обычный возраст базового обучения.

По мнению зарубежных исследователей, временные или постоянно действующие формы повышения квалификации – только звенья общей системы непрерывного образования. Базовая подготовка должна создать определенный потенциал знаний, развить способности, а также, что не менее важно, потребности в непрерывном обновлении образования. Во-первых, речь идет о солидной общеобразовательной подготовке и широком профиле специальной подготовки. В противном случае образовательный процесс будет носить тупиковый характер. Во-вторых, необходим отказ от максимально возможного объема информации в пользу проблемного построения программ обучения (развития принципа «научить учиться»).

Таким образом, становление системы непрерывного образования основывается на двух взаимосвязанных тенденциях: вторжении производства в сферу базовой подготовки и, наоборот, проникновении обучения в производственный процесс. Происходит стирание граней между различными стадиями образовательного процесса. Особенно трудно определить границу между базовой подготовкой и повышением квалификации.

Есть и другие необходимые условия развития системы непрерывного образования: развитое кадровое планирование на уровне фирм (с учетом связей с научными и учебными заведениями), государственное финансирование, льготная налоговая политика и законодательная поддержка новых форм кооперации науки, образования и производства. Очевидно, что непрерывное образование не является очередной стадией развития системы образования, а выступает как необходимая составная часть процесса интеграции науки, образования и производства.

Достоинства непрерывного образования:

- поддержание человека в постоянном «образовательном» тоне;
- решение проблемы переквалификации рабочих или повышение уже существующей квалификации;

- возможность преподавать обучающимся малые порции материала, необходимого для решения текущих или периодически возникающих задач;
- расширение спектра преподаваемых предметов и дисциплин.

### **Развивающее обучение.**

Развивающее обучение, направление в теории и практике образования, ориентирующееся на развитие физических, познавательных и нравственных способностей студентов путём использования их потенциальных возможностей.

Значимость развивающего обучения трудно переоценить, но в первую очередь оно необходимо людям творческих и гуманистических профессий, тем людям, работа которых так или иначе ориентирована на потребителя.

Учебный процесс включает в себя три составляющие: обучение, развитие, воспитание. Сочетание двух первых компонентов и представляет собой содержание развивающего обучения. Основная цель этого вида учебного процесса – формирование умений, навыков, развитие способностей. В данном случае получение знаний, т. е. определенного объема информации, отходит на второй план, как и воспитание личностных качеств.

Активизируя творческий потенциал развивающее обучение позволяет сформировать новые навыки, развить уже имеющиеся и актуализировать казалось бы утраченные способности. При этом форма активизации творческого потенциала может быть самой разнообразной: обучение основам композиции, коммуникативные тренинги, наработка определенного навыка общения, построение логических и ассоциативных цепочек, ролевое общение, драматизация. Это лишь некоторые из возможных форм развивающего обучения.

Положительные стороны развивающего обучения многочисленны, среди них:

- формирование основ самостоятельного творческого мышления и умения отстаивать свою точку зрения;
- выявление в ученике индивидуальности, дополнительных способностей;
- развитие коммуникативных навыков, навыков работы в команде;
- ускорение развития, приобщение к интенсивному изучению материала;
- развитие соревновательности.

Однако, можно выявить и слабые стороны развивающего образования:

- далеко не будут в состоянии удовлетворить требованиям развивающего образования, иметь хорошую успеваемость;
- методы развивающего образования возможно применять только на начальных порах образования человека.

#### **Система Эльконина-Давыдова.**

В отличие от традиционной, эмпирической системы в основу изучаемых курсов положена система научных понятий, которая направлена на формирование осознанного подхода к изучению различных дисциплин.

Овладение учебными действиями формирует умение учиться. Именно желание и умение учиться характеризуют студента как субъекта учебной деятельности

#### **Процессный подход.**

Унаследованная от СССР система высшего профессионального образования основана на концепции массового производства, доминировавшей во всем народном хозяйстве. Основная цель этой системы – получить экономический эффект от роста масштабов производства. Чем больше объем продукции, тем меньше затрат на единицу выпускаемой продукции. При этом легче стандартизировать и унифицировать образовательные процессы, а также проще осуществлять централизованный контроль. Такая образовательная система позволяла выпускать огромное количество дипломированных специалистов в год. На следующем этапе молодые специалисты доучивались на реальных предприятиях. Весь

образовательный цикл специалиста достигал 25 лет (10 лет в школе, 5 лет в вузе и 10 лет на производстве). Для современных темпов развития науки и технологий 25 лет – чрезмерно долгий срок. При этом любые изменения в образовательном процессе устареют до того момента, когда обучающийся станет специалистом.

Стоит обратить внимание на тот факт, что качество образования – это, прежде всего, соответствие знаний и личных качеств выпускника требованиям, предъявляемым в реальных организациях. Обеспечение такого соответствия посредством стандартов специальностей – невыполнимая задача. Стандарты специальностей не успевают за развитием науки и технологий, а также не могут учесть всего разнообразия конкретных требований работодателей. Никто не может заставить работодателя принять молодого специалиста, знания и личные качества которого не удовлетворяют его требованиям, но соответствуют государственным стандартам образования. Это рыночный закон. Всякое государственное вмешательство здесь может только навредить. Кроме этого постоянный рост заработной платы специалистов заставляет работодателей проводить более тщательный подбор претендентов.

Это ведет к поэтапному переходу к процессному подходу. При таком подходе вначале появляется заказ потребителя, а затем весь образовательный процесс вытягивается под его конкретные требования. При этом необходимо достигнуть: высочайшего уровня квалификации преподавателей и внедрить систему индивидуальной подготовки обучающихся. Особый упор делается на практику обучающихся, которая должна проходить в условиях реального предприятия и по месту будущего трудоустройства выпускника.

Автономность организации образования исчезнет, так как для обучающегося граница между процессом образования и трудовой деятельностью будет размыта. Обучающиеся будут постепенно втягиваться в трудовую деятельность, начиная с младших курсов.

При вытаскивающей системе невозможно преподавателям однажды разработанную методику применять многократно, а необходимо будет постоянно повышать свою квалификацию в такт с изменениями науки и технологий. На каждого студента будет разрабатываться индивидуальная программа обучения в соответствии с требованиями организации заказчика.

Преимущества процессного подхода в образовании:

- процесс трудоустройства обучающегося завершается до прохождения им итоговой аттестации. Обучающийся не только знает, но и знаком с местом будущего его трудоустройства;
- жесткая ориентация образовательного процесса под требования потребителя. Потребитель определяет состав и содержание дисциплин;
- гибкость организации образования в быстром реагировании на изменения требований потребителей и рыночного спроса;
- экономия затрат за счет использования практической базы заказчиков, снижения иерархических уровней административного управления, эффективного использования преподавательских ресурсов и снижения сроков обучения.

Такой процессный подход позволяет выпускать только востребованных специалистов.

Студент в такой системе уже вовлекается в трудовой процесс на более младших курсах, а по завершению учебы гарантировано трудоустраивается. Организации несут меньше затрат на переобучение специалистов, имеют возможность на контроль процесса обучения своих будущих работников, определять требования по программе обучения.

Процессный подход в образовании предполагает вытягивание ответственности вдоль всего учебного процесса. Хозяин процесса (заведующий выпускающей кафедрой) определяет требования к кафедрам поставщикам (например, в наноинженерии, по обучению студентов методам и средствам создания изделий с наноразмерами). Кафедра будущего будет отвечать за весь процесс, включая преподавателей разных дисциплин.

Междисциплинарные проблемы исчезнут. Теперь кафедра может принимать студента первокурсника, контролировать его знания на протяжении всех курсов, проводить воспитательную работу и обеспечивать его трудоустройство. Кафедра имеет долговременные связи с организациями, проводит рекламную кампанию и так далее.

Преимущества процессного подхода в образовании очевидны, но стоит заметить что его повсеместное внедрение потребует огромных инвестиций и ответственного, профессионального подхода вовлеченных лиц. Стоит также отметить, что процессный подход имеет место при формировании глобальной образовательной системы и не может быть использован для решения мелких задач, повышения квалификации или приобретения каких-то дополнительных знаний.

**Профессионально-деятельностный подход** нашел отражение в опытно-экспериментальной работе в виде принципов моделирования конкретной сферы социального опыта, который бы позволил специалисту осуществлять профессионально-педагогическое взаимодействие с обучаемыми. К нему относятся:

- общекультурная ориентация,
- углубленное изучение избранной области педагогического знания,
- соответствующая профессиональная специализация студента-бакалавра.

Профессионально – деятельностный подход выражается в совершенствовании лишь операциональных компетентностей педагога без уделения должного внимания ключевым компетентностям.

Происходят качественные изменения в содержании труда современного преподавателя – его основная функция состоит не в передаче знаний, а в том, чтобы формировать профессиональные способности и умения. Это означает, что в основе всех форм обучения в учреждениях профессионального образования должен лежать профессионально –



деятельностный подход, предполагающий сближение учебной и будущей профессиональной деятельности.

Одной из задач профессиональной школы является развитие интеллектуального потенциала личности.

Преимуществами профессионально – деятельностного подхода являются:

- нацеленность образовательного процесса на результат, в виде подготовки реальных профессиональных кадров;
- оптимизированная программа обучения студентов, содержащая исключительный набор предметов и дисциплин;
- длительность образовательного процесса сокращена относительно классического процесса;
- облегчение процесса обучения в следствии тесной связи с конкретными работодателями.

Недостатки профессионально – деятельностного подхода:

- узкая направленность преподаваемых дисциплин;
- малая «гибкость» вследствие сложности переквалификации кадров;
- требует уверенного спроса на рынке труда;
- необходимость прикладных баз.

**Ценностно – деятельностный подход.** Ценности – это некоторые черты, характеристики реальности, относительно которых существует установка глубокого прития, крайней желательности прития, крайней желательности их воплощения. Ценностные ориентиры – это относительно устойчивое, социально обусловленное, избирательное отношение личности к материальным и духовным благам, которые выступают для нее как цель или средство удовлетворения потребностей.

Индивидуальная система ценностных ориентаций человека является важнейшей подсистемой личности. Она создается и закрепляется всем жизненным опытом человека. Эта система обеспечивает устойчивость личности, преемственность поведения, определяет направленность

потребностей и интересов. Целостность, устойчивость системы ценностей определяют зрелость личности.

Немаловажной особенностью ценностно-деятельностного подхода является то, что он слабо применим при изучении точных и естественных наук, поскольку выработать в этих сферах какие-то ценности очень сложно, во многом, потому что это «неживые» науки. А вот изучение социальных наук, истории, литературы, медицины вполне успешно при применении данного подхода.

Достоинства ценностно – деятельностного подхода:

- высокая эффективность обучения в виду личной заинтересованности обучаемого;
- развитие в учениках ценностных ориентиров, системы ценностей;
- наличие коллективной работы, отстаивание обучающимися своих собственных взглядов и ценностей.

Недостатки:

- слабая применимость метода при изучении точных и естественных наук;
- возможные трудности при обучении в связи с крайней индивидуальностью системы ценностей от ученика к ученику.

**Квалитативный подход** – применение качественных критериев для оценки образовательного процесса.

С точки зрения квалитативного подхода необходимо четко разграничивать непосредственно совершенствование системы образования и простое увеличение коэффициента зачисления в учебное заведение.

В числе целей применения квалитативного подхода – создание условий для повышения конкурентоспособности человека. Для этого необходимо сосредоточить внимание на реформе образования, сохранить более высокий уровень российского образования по сравнению с тем, который характерен для стран сопоставимого уровня социально-экономического развития. Реформировать систему образования, начиная с дошкольного и заканчивая

высшим профессиональным, целесообразно путем усовершенствования образовательных программ и стандартов, большей ориентации на потребности рынка труда.

Сейчас назрела необходимость совершенствовать систему образования посредством поэтапного перехода к системе менеджмента качества (СМК) на основе международных образовательных стандартов.

Управление качеством подготовки специалистов – комплексный процесс, включающий выбор показателей качества, содержания, форм, методов и средств обучения, организационных, технических и других аспектов управления с использованием международных стандартов ИСО серии 9000 и методов всеобщего управления качеством (TQM), которые положены в основу моделей европейской и российской премий в области качества.

Создание СМК образования исключает воздействие многих случайных и субъективных факторов.

Особое внимание уделяется квалиметрическому подходу при оценке качества услуг образования. Объектами квалиметрического мониторинга системы высшего образования на уровне отдельного вуза являются вуз в целом, его выпускники, а также сам процесс предоставления образовательных услуг – ключевой в данном перечне.

Качество образования в современных условиях является одной из важнейших характеристик, которая определяет конкурентоспособность как отдельных учебных заведений, так и национальных образовательных систем в целом. Именно поэтому задача обеспечения качества образования занимает одно из центральных мест в образовательных реформах, выступая одновременно и целью, и важнейшим критерием успеха принимаемых мер. Кроме того, качество образования служит сферой формирования и накопления интеллектуальной ренты, выступающей решающим фактором развития, как всего общества, так и отдельного человека. Рентоориентированное поведение носителя капитала высококачественного

образования приносит дополнительный мультипликативный доход всей цепочке хозяйствующих субъектов, начиная с самого человека и его семьи, а также фирме, в которой он работает, и всему обществу в целом.

Достоинства качественного подхода:

- глобальный подход к процессу образования;
- детальный анализ образовательного процесса с дошкольного до высшего профессионального образования.

Недостатки:

- сложность реализации;
- неэффективно для небольших курсов или курсов повышения квалификации.

**Дистанционное обучение** – это технология индивидуальной подготовки учащихся в результате их погружения в интерактивную технотронную обучающую среду, обеспечивающую полный контроль учащегося, индивидуальное планирование учебного процесса и тестирования на расстоянии из единого центра дистанционного обучения.

Основной в системе образования является обеспечение доступности государственных программ высшего профессионального образования для удалённых пользователей.

Дистанционное обучение отвечает требованиям современной жизни, особенно, если учесть не только транспортные расходы, но и расходы на организацию всей системы очного обучения. Отсюда все повышающийся интерес к дистанционному обучению не только высшему, но к самым различным его формам, необходимым на протяжении всей жизни человека.

Достоинства дистанционного образования:

- оперативное общение преподавателей и студентов;
- возможность преподавателей наблюдать за ходом усвоения материала;
- асинхронная система общения между преподавателем и студентом

Недостатки:

- большая часть обучения ведётся самостоятельно;

- затруднен контроль успеваемости студента;
- необходимо наличие современных средств связи.

Характеристики технологий дистанционного обучения, используемых в России, представлены в таблице 1.

**Таблица 1.** Технологии дистанционного обучения, используемые в России

Технология	Использование в проектах дистанционного управления	Распространенность технологии	Сложность и стоимость широкого внедрения
Электронная почта	Да	Широкая	Низкая
Телеконференции по электронной почте	Да	Широкая	Низкая
Мейлсерверы	Да	Широкая	Низкая
Электронные доски объявлений	Да	Широкая	Низкая
Телеконференции в оперативном режиме	Нет	Невысокая	Средняя
Электронные библиотеки	Только каталоги	Невысокая	Высокая
Доступ к базам данных через электронную почту	Да	Отдельные примеры	Низкая
Доступ к базам данных в оперативном режиме	Да	Отдельные примеры	Средняя
Голосовая почта	Нет	Нет	Средняя
Видеокассеты	Да	Средняя	Средняя
Электронные учебники	Да	Широкая	Средняя
Лазерные диски	Нет	Невысокая	Высокая
Трансляция лекций по телевидению	Да	Отдельные примеры	Средняя
Трансляция лекций по телевидению с обратной связью по телефону	Да	Отдельные примеры	Средняя
Телевидеоконференции	Да	Отдельные примеры	Средняя

Можно отметить крайнюю важность дистанционного обучения в «Наноинженерии» в условиях России. С точки зрения информационных технологий наиболее простым вариантом является использование электронной почты, печатных материалов и видеокассет. Эти технологии доступны уже сейчас и могут широко использоваться. Но для развития полномасштабного дистанционного обучения необходимо развитие информационных ресурсов, доступных по системам электронных

телекоммуникаций, электронных библиотек и центров спутникового телевидения по всей России.

**Интегро – инновационное обучение.** Потребность в обучении все время растет. Большинство людей хотят иметь не начальное, а высшее образование. В результате, образовательная сфера во многих странах мира находится в состоянии кризиса. Это первая причина создания новых образовательных технологий.

Кроме того, раньше речь шла, в основном, об обучении молодых людей, передаче им умения жить и работать в нашем мире. Сейчас теми изменений образа жизни стал столь высоким, что не менее важна задача переобучения взрослых. А учить взрослых, которые имеют огромный опыт, нельзя теми же методами, что и молодых,

Для такого обучения нужен совершенно другой учебный процесс. Он существует и как раз и нацелен на активизацию процесса усвоения материала.

Достоинства интегро – инновационного обучения:

- внедрение современных методик;
- использование современных технических средств;
- более эффективная организация учебного процесса.

Недостатки:

- требует затрат на разработку новых методов;
- адаптация обучения под новые стандарты и новые требования.

**Когнитивное обучение.** Когнитивное обучение – это обучение, построенное на строго научном анализе того, как и по каким критериям, наш мозг отбирает важную для него информацию. В соответствии с этим задача когнитивного обучения – построить обучение таким образом, чтобы «убедить» мозг в необходимости нужной нам информации, чтобы сохранить эту информацию надолго.

Наконец, когнитивное обучение обязательно должно учитывать мотивацию, то есть ту информацию, те стимулы, которые уже важны для человека.

Достоинства метода:

- мотивированность процесса обучения;
- увеличение производительности обучения;
- развитие интеллектуальных возможностей учащихся.

недостатки метода:

- недостаточный уровень теоретических психолого-педагогических знаний учителей и умений моделировать учебный процесс в соответствии с закономерностями когнитивной технологии обучения;
- плохая подготовленность преподавателей для проведения и обработки данных педагогического эксперимента.

**Контекстный подход** – подчинение содержания и логики изучения учебного материала, в первую очередь общеобразовательных дисциплин, исключительно интересам будущей профессиональной деятельности, в результате чего обучение приобретает осознанный, предметный, контекстный характер, способствуя усилению познавательного интереса и познавательной активности.

Контекстное обучение отталкивается от положения теории деятельности, в соответствии с которой, усвоение социального опыта осуществляется в результате активной, «пристрастной» деятельности субъекта. В нем получают воплощение следующие принципы: активность личности; проблемность; единство обучения и воспитания; последовательное моделирование в формах учебной деятельности слушателей содержания и условий профессиональной деятельности специалистов.

Достоинства метода:- создаются условия, позволяющие имитировать реальные события;

- можно использовать методы активного обучения;

- приближение учебного процесса вуза к предстоящей профессиональной деятельности;
- проведение ролевых, деловых, организационно-деятельностных игр, тренингов;
- развиваются как интеллектуальная, так и волевая, эмоционально-чувственная и мотивационная сферы педагогического сознания.

Недостатки метода:

- увеличение затрат времени;
- отсутствие фундаментальных знаний у обучаемых.

Одним из вариантов развития этого подхода является теория знаково-контекстного обучения, разработанная А.А.Вербицким, которая в сочетании с информационными и компьютерными технологиями позволяет разработать новую виртуально-контекстную среду, базирующуюся на использовании интеллектуальных дидактических компонентов. «Знаково – контекстное обучение – форма активного обучения, предназначенная для применения в высшей школе, ориентированная на профессиональную подготовку студентов и реализуемая посредством системного использования профессионального контекста, постепенного насыщения учебного процесса элементами профессиональной деятельности». Таким образом, знаково-контекстное обучение – это такое обучение, в котором с помощью всей системы дидактических средств моделируется предметное и социальное содержание усваиваемой студентами профессиональной деятельности специалиста, а усвоение им абстрактных знаний как знаковых систем наложено на канву этой деятельности.

Приобретение профессиональных компетенций происходит за счёт постепенного поэтапного перехода от основ профессиональной деятельности к знаниям более высокого ранга, имеющим практическое применение академического типа, а затем к квазипрофессиональной и к учебно-профессиональной деятельности.



Личностно – ориентированное образование. Личностно – ориентированное образование – педагогический процесс, создающий условия для проявления личностных функций учащегося: мотивации, выбора, смыслотворчества, самореализации, рефлексии и т.д.

В настоящее время происходит смена образовательной парадигмы (с когнитивной на личностно ориентированную), что, в свою очередь, означает поиск новых форм, средств и методов обучения, адекватных обновленному содержанию образования. Под личностно ориентированным образованием понимается особый тип образования, основывающийся на организации взаимодействия учащихся и педагогов, при этом должны быть созданы оптимальные условия для развития у субъектов обучения способности к самообразованию, самоопределению, самостоятельности и реализации себя.

В личностно – ориентированном образовании обучающийся – главное действующее лицо всего образовательного процесса. Личностно – ориентированное образование подразумевает ориентацию на обучение, воспитание и развитие всех студентов с учетом их индивидуальных особенностей:

- возрастных, физиологических, психологических, интеллектуальных;
- образовательных потребностей, ориентацию на разный уровень сложности программного материала, доступного ученику;
- выделение групп детей по знаниям, способностям;
- распределение детей по однородным группам: успеваемости, способностям, профессиональной направленности;
- отношение к каждому ученику как к уникальности.

В личностно ориентированном образовании большое значение придается организации учебно-пространственной среды и значительно повышает роль и увеличивает объем психодиагностических исследований для оптимального решения образовательных и воспитательных задач.

Личностно ориентированное обучение предполагает:

- признание обучающего субъектом развития, обучения и воспитания;

- признание способности обучающего к саморазвитию и его права на индивидуальную траекторию освоения образовательных областей;
- смену позиции педагога на сопровождающую по отношению к деятельности обучающего;
- приоритет внутри личностного содержания образования, формируемого в процессе прохождения индивидуальных образовательных траекторий;
- приоритет продуктивного компонента содержания образования над репродуктивным компонентом.

При личностно ориентированном обучении на одно из ведущих мест выходит индивидуализация обучения – процесс раскрытия индивидуальности человека в специально организованной учебной деятельности.

Индивидуализация в рамках личностно ориентированного обучения касается каждого компонента содержания образования, требуя «адаптировать» его к потребностям и возможностям каждого обучающегося.

Личностно – ориентированное обучение является на порядок выше по качеству насыщения материалом и уровню его подачи обучающимся. Результатом подобной образовательной технологии является расширенная реализация возможностей обучаемых. На основе качественно иного подхода, обучающиеся, как правило, могут принимать нестандартные решения в проблемных ситуациях.

Индивидуализация в последнее время становится все более популярной из-за стремления современного молодого поколения получать качественно иной образовательный материал. Тесное взаимодействие преподавателя и студента позволяет значительно повысить уровень знания последнего, а со стороны преподавателя поднять свой квалификационный уровень, непосредственно изучая индивидуальные и психологические особенности своего подопечного, выявляя сильные и слабые стороны личности и соответствующим образом, зная эти особенности и специфические качества

воспитуемого, выбирать методы, приемы и средства педагогического воздействия.

Преимущества метода:

- высокий уровень преподавания материала;
- учёт всевозможных особенностей личности;
- возможность составления индивидуальной программы;
- преподавание дисциплин желаемых учащимся;
- большой объём передаваемых знаний, по сравнению в групповым обучением

Недостатки:

- требует больших человеческих ресурсов;
- не развивает коммуникативных навыков, не дает опыта работы в команде, со всеми вытекающими отсюда обстоятельствами (отсутствие соревновательности, отсутствие альтернативного взгляда и мнения, отсутствие навыков перераспределения задач).

**Компетентностный подход** призван повысить конкурентоспособность выпускников на рынке труда. В нем упор сделан не столько на параметры, задаваемые «на входе» (содержание, объем часов, процесс преподавания), сколько ожидаемые результаты, которые необходимо получить на «выходе» (знания и умения студентов). Таким образом, образование «от результата» – основная стратегия модернизации высшей школы.

Компетентностный подход заключается в привитии и развитии у студентов набора ключевых компетенций, которые определяют его успешную адаптацию в обществе. В отличие от термина «квалификация», компетенции включают помимо сугубо профессиональных знаний и умений, характеризующих квалификацию, такие качества, как инициатива, сотрудничество, способность к работе в группе, коммуникативные способности, умение учиться, оценивать, логически мыслить, отбирать и использовать информацию.

Достоинства метода:

- высокая степень адаптируемости обучаемых;
- подготовленность студентов к командной работе;
- развитие коммуникативных способностей у студентов;
- непосредственная оценка результатов обучения.

Недостатки метода:

- не рассматриваются «входные» параметры обучения;
- обобщенное рассмотрение процесса преподавания.

Компетенцию можно определить как стремление и готовность применять знания, умения и личные качества для успешной деятельности в определенной области.

Среди общих компетенций принято выделять.

Социально-личностные, гуманитарные и коммуникативные, подразумевающие общую культуру, приверженность к этическим ценностям, терпимость, способность к конструктивной критике и самокритике, умение работать в коллективе и т.д.

Общенаучные, в том числе гуманитарно-социальные и экономические (включающие базовые знания в области математики и естественных наук, гуманитарных и социально-экономических наук); базовые компьютерные и лингвистические навыки; способность понимать и использовать новые знания и т.д.

Профессиональные компетенции в свою очередь делятся на базовые общепрофессиональные, специализированные (профессионально – профильные) и организационно-управленческие, включающие способность организовать и спланировать работу, извлекать и анализировать информацию из разных источников, применять полученные знания на практике, адаптироваться к новым ситуациям и т.д.

Формирование компетентностей требует создания определенных учебных ситуаций, которые могут быть реализованы в специальных учебных средах, позволяющих преподавателю моделировать и осуществлять эффективный контроль деятельности обучаемого в модельной среде.

Каждая компетенция выпускника должна обеспечиваться определенным набором дисциплин и практик, объединенных в соответствующие модули, а содержание модулей – полностью соответствовать уровню приобретаемых компетенций.

В результате система образования сможет более оперативно реагировать на запросы рынка труда и будет придавать гораздо большее значение перспективам трудоустройства своих выпускников.

**Проектный подход.** Метод проектов нашел широкое применение во многих странах мира потому, что, основываясь на принципах коммуникативного подхода, он позволял органично интегрировать знания учащихся из разных областей при решении одной проблемы, давал ученикам, студентам возможность применить полученные знания на практике, генерировать при этом новые идеи, развивая навыки направляемого, целевого и автономного обучения.

Проектный подход основан на следующих принципах:

- практическая направленность;
- использование максимального количества каналов приема и обработки информации;
- развитие мотивации студентов;
- развитие навыков автономного обучения.

Однако проектному методу присущи и свои особенности, а именно:

- работа в малых группах с целью поиска совместного решения поставленной творческой задачи с последующим обсуждением предлагаемых решений;
- выполнение заданий, выходящих за рамки учебной программы, которые развивают профессиональные навыки обучающихся;
- естественная интеграция основных умений и развитие интеркультурной коммуникативной компетенции.

При этом считается что, проектный метод не предполагает жесткой алгоритмизации действий. Он подразумевает творческий подход, развитие и

совершенствование применяемых технологий при условии правильного следования логике и принципам, заложенным в том или ином подходе. Применение проектного метода предполагает использование «широкого спектра проблемных, исследовательских и поисковых способов, четко ориентированных, с одной стороны, на реальный практический результат, значимый для студента, а с другой, на разработку проблемы целостно, с учетом различных факторов и условий ее решения и интерпретации результатов».

В основе проектной работы всегда лежит какая-либо проблема. Чтобы ее решить, учащимся требуется не только знание по тематике проблемы, но и владение большим объемом разнообразных «фоновых» знаний, необходимых для решения данной проблемы. Кроме того, студенты «должны владеть познавательными, творческими и коммуникативными умениями».

Проектная работа – это способ изучения предметных областей, при котором все участники выбирают определенную тему и пути ее исследования. Для достижения поставленных целей студенты выполняют разнообразные практически направленные задания, используя разнообразные каналы получения информации. Студенты активно развивают коммуникативные навыки, работая как самостоятельно, так и в малых группах. Проектный метод может использоваться при работе на занятиях и во внеаудиторное время, поскольку он представляет собой развивающую личностно-ориентированную технику обучения.

Хотя процесс обучения и приобретения опыта в ходе выполнения проектной работы очень важен, не менее важным является сам результат, поскольку в традиционной теории обучения результат означает «расширение базовых знаний, тренировка умений и навыков, которые можно впоследствии проверить и оценить».

Для многих студентов привлекательность данного метода обучения заключается в подлинности опыта. Студенты исполняют роль людей, работающих в изучаемой отрасли, и ведут себя так же, как эти люди.

Что касается преподавателей, дополнительные преимущества данного метода обучения заключаются для них в возможности усовершенствовать свой профессионализм, развивать сотрудничество с коллегами, а также строить отношения со студентами

Проектный подход имеет много общего и с другими образовательными подходами:

- контекстный подход может использовать методы проектного для большей концентрации внимания обучающихся на той или иной тематике;
- компетентностный подход схож с проектными в том, что оба подхода ориентированы на результат, компетентностный на достижение компетентности в той или иной области знаний, а проектный на выполнение проекта, но при одинаковой предметной области данные задачи дублируют друг друга.
- процессный подход в обучении также пересекается с проектным, потому что переход процесс перехода от теоретических знаний к реальному применению их на производстве, деятельности фирмы очень часто выполняется в виде проекта.
- в системах развивающего образования и Эльконина – Давыдова выполнение проектов просто необходимо, ведь проект это способ группового обсуждения проблем, более того, направленный на результат.

Однако, стоит отметить, что методы проектного подхода вряд ли могут быть применены в личностно – ориентированном обучении, ведь данный метод нацелен на конкретную личность, на её особенности, и не предполагает создание групп. Также методы проектного подхода слабо применимы в интегро–инновационном обучении, которое подразумевает как можно большую популяризацию образования.