

Б.В. ГУСЕВ, В.Р. ФАЛИКМАН, Ш. ЛАЙСТНЕР и др. Отраслевое технологическое исследование...

УДК 69

ГУСЕВ Борис Владимирович, президент Российской инженерной академии (РИА), сопредседатель Высшего инженерного совета России, член-корреспондент РАН, д-р техн. наук, проф.;

ФАЛИКМАН Вячеслав Рувимович, действительный член РИА, национальный делегат РИЛЕМ в Российской Федерации, член Бюро РИЛЕМ, первый зам. председателя ТК 465 «Строительство» Росстандарта, профессор МГСУ;

Д-р Штеффен ЛАЙСТНЕР, партнер Booz & Company, руководитель представительства компании в России и СНГ, PhD (Горная академия, Фрайберг, Германия), магистр делового администрирования (Гарвардская Школа бизнеса, США);

Бенни ЙОШПА, руководитель проектов московского офиса Booz & Company, стратегический консультант, технологический эксперт, руководитель программы по разработке новейших технологий, магистр по информационным технологиям (Технион, Израиль), магистр делового администрирования (бизнес-школа INSEAD, Франция/Сингапур);

ПЕТУШКОВ Александр Владимирович, инженер, советник управляющего директора ОАО «РОСНАНО», старший член РИЛЕМ

GUSEV Boris Vladimirovich, President of Russian Engineering Academy (REA), Co-chair of the High Engineering Council of Russian Federation, Associate Member of RAS, Doctor of Engineering, Professor;

FALIKMAN Vyacheslav Ruvimovich, Full member of REA, RILEM National Delegate in Russian Federation, Member of RILEM Bureau, First Deputy Chair of TC 465 «Construction» of Rosstandart, Professor of MSUCE;

Dr.-Ing. Steffen LEISTNER is a Partner with Booz & Company, and leads its business Russia and the CIS, has 20 years' experience in consulting with Booz & Company focusing on the telecommunications and high tech industries. Dr Leistner holds a PhD in engineering from University Bergakademie Freiberg in Germany, and an MBA from Harvard Graduate School of Business Administration in the USA;

Benny YOSHPA is a Senior Associate from Booz & Company's Moscow office, has above 10 years of experience in various areas of high tech industries as a strategy consultant, a technology expert and a manager of emerging technology development program. Benny holds MSc in Computer Sciences from Technion (Israel) and MBA from INSEAD (France/Singapore);

PETUSHKOV Alexander Vladimirovich, Engineer, Advisor of the Managing Director of RUSNANO, Senior Member of RILEM

ОТРАСЛЕВОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ «РАЗВИТИЕ РОССИЙСКОГО РЫНКА НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ ДО 2020 ГОДА».

ЧАСТЬ 2. АНАЛИЗ МИРОВОГО РЫНКА

INDUSTRIAL TECHNOLOGICAL RESEARCH «DEVELOPMENT OF RUSSIAN MARKET OF NANOTECHNOLOGICAL PRODUCTS IN CONSTRUCTION UNTIL 2020».

PART 2. ANALYSIS OF THE WORLD MARKET

Публикуются отдельные результаты отраслевого исследования «Развитие российского рынка нанотехнологических продуктов в строительной отрасли до 2020 года». Авторы приглашают всех заинтересованных специалистов и профильные организации к широкому общественному обсуждению.

Some results of the industrial research «Development of Russian market of nanotechnological products in construction until 2020» have been published. Authors invite all interested specialists and specialized organization to take part in the broad public discussion.

Ключевые слова: нанотехнологии, наноматериалы, строительство, нанотехнологическая продукция, рынок, nanoиндустрия, дорожные карты.

Key words: nanotechnologies, nanomaterials, construction, nanotechnological products, market, nanoindustry, road maps.

Применительно к материально-вещественной сфере под термином «продукт» понимают изделие, получаемое из исходного сырья и материалов технологическим способом, в результате которого свойства исходного материала изменяются, а продукт приобретает новую потребительскую стоимость [1].

Первичным нанопродуктом являются собственно наноматериалы, наноконпоненты (наночастицы, нанотрубки, нановолокна и т.п.), которые используются в производстве товаров конечного потребления, а те, в свою очередь, являются *вторичными нанопродуктами*.

Таким образом, применительно к строительству, цепочка создания стоимости нанотехнологической продукции выглядит следующим образом (рис. 1).

Величина рынка наноконпонентов в строительстве не очень велика и оценивается в 270 млн долларов, а его прогнозируемый годовой прирост – 15% – подразумевает объем мирового рынка ~1 млрд долларов к 2020 году.

Напротив, мировой рынок нанотехнологических строительных материалов весьма значителен и демонстрирует быстрый рост. Его объем составляет примерно 12 млрд долларов. В этом сегменте ожидается наиболее высокий рост среди всех сегментов применения наноматериалов и нанотехнологий в строительной отрасли. По прогнозам, объем продаж к концу 2015 года здесь достигнет примерно 80 млрд долларов.

Сегмент производства строительных материалов будет расти быстрее остальных, прежде всего, за счет, все более широкого проникно-

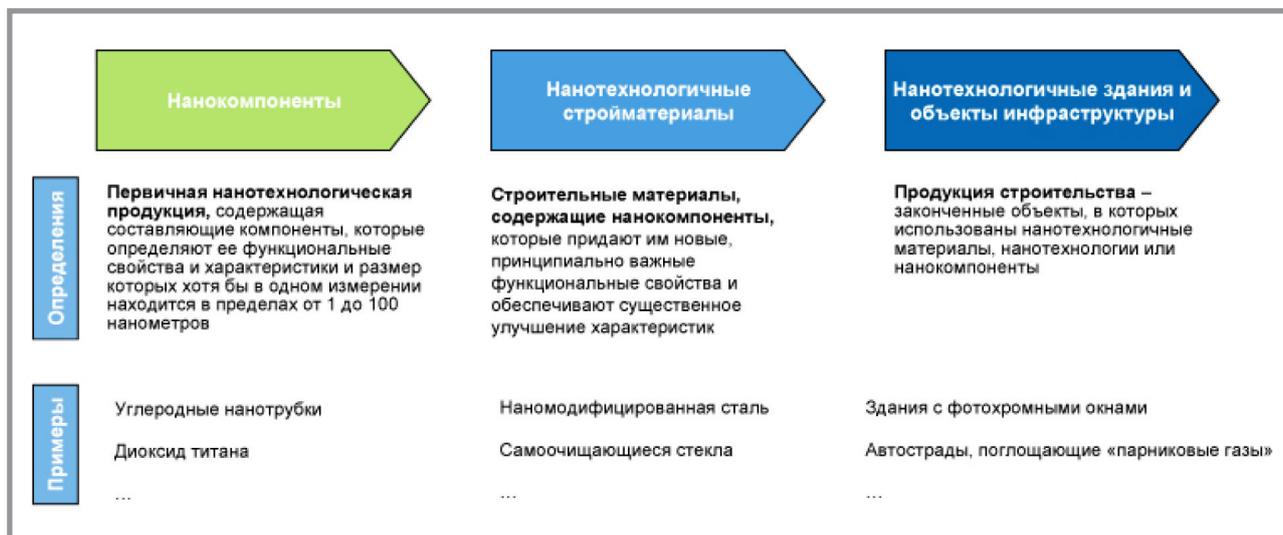


Рис. 1. Цепочка создания стоимости для нанотехнологий в строительстве

вения нанотехнологических строительных материалов в строительную отрасль, а также коммодитизации производства нанокomпонентов.

Сегмент «нанотехнологические здания и сооружения» также будет существенно расти за счет растущего спроса на инновационные характеристики зданий и сооружений, но из-за незначительной доли в нем наносоставляющей (значительно менее 0,1%) в исследовании он детально не рассматривался. Рынок нанотехнологических зданий и объектов инфраструктуры оценивается в 83 млрд долларов, его прогнозируемый ежегодный рост – 40% (рис. 2).

Детальный анализ и долгосрочный прогноз развития исследований и применения наноматериалов и нанотехнологий в производстве строительных материалов показывает, что на сегодня заметно выделяются несколько сегментов рыночной активности (табл. 1). Методологически при их оценке мы исходили из необходимости оценки собственно величины рынка, потенциала его роста в период до 2020 года, экономического эффекта от применения наноматериалов и нанотехнологий, а также их технологической зрелости и существующих на сегодня барьеров для массового применения. Такой подход, помимо прочего, обеспечивал логический переход от совокупности имеющихся на рынке продуктов к выбору наиболее перспективных технологий в выбранных сегментах.

На первые пять сегментов приходится более 90% от всей нанотехнологической продукции в строительных материалах, причем на цемент

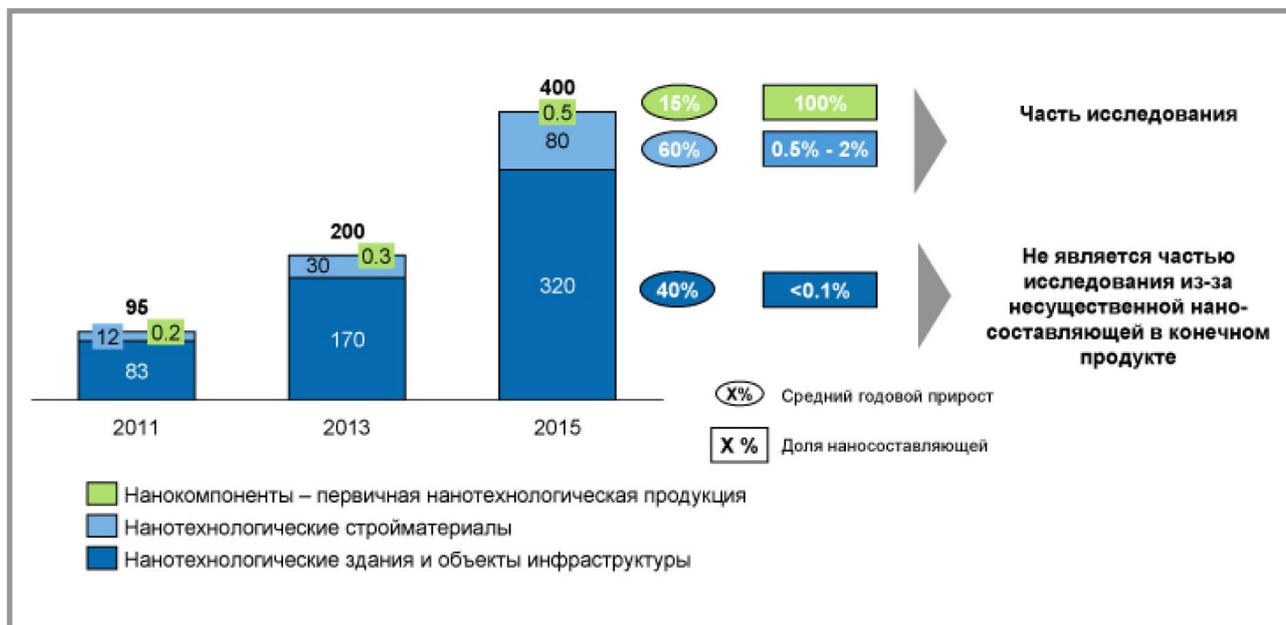
Б.В. ГУСЕВ, В.Р. ФАЛИКМАН, Ш. ЛАЙСТНЕР и др. *Отраслевое технологическое исследование...*


Рис. 2. Рынок наноматериалов и нанотехнологий в строительстве, млрд долларов, 2011–2015 (прогноз)

Таблица 1

Наиболее привлекательные сегменты рынка нанотехнологических строительных материалов

Сегмент	Величина рынка, млрд долларов	Прогнозируемый рост в 2012–2015 г.г.
Краски и покрытия	6	50%
Цемент и бетон	5,6	10%
Стекло	0,7	15%
Битум и полимеры	0,5	10%
Изоляция	0,3	50%
Дерево	0,3	12%
Керамика	0,2	15%
Сталь, арматура	0,2	10%
«Умные» материалы	0,05	40%

и бетон приходится более 40% от всей нанотехнологической продукции в строительных материалах (величина рынка – 5,6 млрд долларов) при прогнозируемом годовом росте в 2012–2015 году – более 10% [2].

Остановимся кратко на анализе нескольких сегментов мирового рынка наноматериалов.

Как показывает анализ, при производстве строительных материалов используется достаточно ограниченный набор первичных нанопродуктов (табл. 2). В каждом сегменте нами определены наиболее значимые применения наноматериалов и нанотехнологий.

Все сегменты мирового рынка крайне неоднородны. Так, на рынке красок и покрытий представлено множество игроков, два из которых – Akzo Nobel и PPG – занимают почти четверть рынка. Из других крупных производителей достаточно упомянуть Sherwin–Williams, Dupont и BASF (от 7 до 4%). Почти все основные производители красок и покрытий развивают производство нанотехнологической продукции, закупаая на стороне нанокомпоненты, и не занимаются дистрибуцией. Исключение составляет Sherwin–Williams, так как компания владеет также сетью DIY.

Из многочисленных конкретных продуктов можно выделить фасадную краску с грязеотталкивающими свойствами Herbol Symbiotec производства Akzo Nobel, систему продуктов по технологии Nanoguard (BENR), систему защиты поверхностей от загрязнений с перманентным эффектом защиты от граффити Emcehob NanoPerm на основе наноструктурированных полиуретанакрилатных композитов (MC Bauchemie), широкую гамму покрытий, красок с высокой адгезией по металлу, черепице, бетону, стеклу и уникальными характеристиками по энергосбережению, грязеотталкиванию, защите от огня и влаги по технологии Nansulate (Nanotechnic) и другие.

Мировой рынок производства цемента крайне фрагментирован, лидирующие пять компаний контролируют ~17% рынка. Рынок имеет выраженную региональную структуру из-за высоких расходов на транспортировку. Большинство производителей цемента использует обратно-интегрированную операционную модель (до сырья).

Сегодня на рынке имеются несколько применений наноматериалов и нанотехнологий. Диоксид титана (TiO_2) используют при выпуске фотокаталитических цементов (TX Active производства Italcementi, TioCem производства HeidelbergCement и др.) для «самоочищающегося» бетона

Таблица 2

**Основные наноматериалы и нанотехнологии, применяемые
в производстве строительных материалов**

Сегменты	Основные используемые наноматериалы и нанотехнологии	Результат
Краски и покрытия	<ul style="list-style-type: none"> • SiO₂ • Al₂O₃ • Углеродные нанотрубки • TiO₂ • Ag • Молекулярная сшивка 	<ul style="list-style-type: none"> • Повышение долговечности • Самоочищение • Антимикробные свойства • «Антиграффити» • Поверхностная прочность • Улучшение реологии
Цемент и бетон	<ul style="list-style-type: none"> • Поликарбоксилатные суперпластификаторы • SiO₂ • TiO₂ • Al₂O₃ • CaCO₃ • Наноглины • Углеродные нанотрубки • Механохимическая активация 	<ul style="list-style-type: none"> • Повышение удобоукладываемости • Повышение прочности • Экономия энергии и снижение уровня выбросов CO₂ • Охрана окружающей среды • Повышение долговечности • Самоочищение
Изоляция	<ul style="list-style-type: none"> • Аэрогели • Fe₂O₃ • Фосфаты 	<ul style="list-style-type: none"> • Энергоэффективность • Охрана окружающей среды • Защита от огня
Стекло	<ul style="list-style-type: none"> • TiO₂ • SiO₂ • Al₂O₃ • LaB₆ • SnO_x 	<ul style="list-style-type: none"> • Самоочищение • Повышение сроков службы • Термоизоляция • Уменьшение количества царапин • Регулирование светопропускания
Битумы и полимеры	<ul style="list-style-type: none"> • SiO₂ • Al₂O₃ • Fe₂O₃ • Металлоорганические комплексы • Наноглины • TiO₂ 	<ul style="list-style-type: none"> • Повышение долговечности • Улучшение механических характеристик • Повышение огнестойкости

и контроля окружающей среды. Механохимическая обработка позволяет производить цемент заданных характеристик с меньшим количеством клинкера (до 30%). Интенсивно ведутся исследования по низкотемпературному синтезу различных клинкеров и геополимерам.

Производство бетона в мире еще более фрагментировано. В ЕС, например, насчитывается более 8000 производителей товарного бетона, в США – более 5000. Производители бетона редко сами производят нанотехнологическую продукцию (менее 1%), однако отдельные применения сегодня вполне реальны. Нанокремнезем (SiO_2) используется как добавка для высокопрочного и самоуплотняющегося бетона, улучшая его удобоукладываемость и прочность и увеличивая «жизненный цикл» конструкции в 1,5–2 раза. Гиперпластификаторы на основе эфиров поликарбоксилатов уже широко используются для интенсификации строительства и повышения долговечности. Подробный обзор, касающийся применения наноматериалов и нанотехнологий в производстве бетона, был опубликован ранее [3].

Мировой рынок стекла имеет очень высокую концентрацию. Большая его часть (около 70%) делится между четырьмя игроками с глобальным присутствием: AGC/Glaverbel, Saint Gobain, Guardian и Pilkington/NSG Group. Мировые лидеры являются и лидерами продуктовых инноваций в индустрии. Modus operandi производителей заключается в закупках наноконпонентов и/или нанопокровтий и продаже конечной продукции, в которой используются эти наноматериалы.

Производители стекла предлагают широкий набор продуктов с нанотехнологическими свойствами. Наиболее популярные применения сегодня – термическая изоляция и экономия тепла, регулирование светопропускания, контроль электромагнитного излучения, ударопрочность, огнеупорность и защита от пожара, облегчение очистки и уменьшение загрязнений (с применением TiO_2). Из различных инновационных технологий стекла наиболее популярна технология низкоэмиссионного стекла – «Low-E glass» – технология». В Германии, Великобритании и Южной Кореи применение такого стекла стало обязательным стандартом, а во многих других странах оно стало стандартом для новостроек. Мы прогнозируем, что к 2020 году при производстве 15% строительного стекла будут использовать нанотехнологии, а общий размер рынка нанотехнологической продукции достигнет 4,5 млрд долларов при сегодняшнем уровне 0,7 млрд долларов.

Нанокomпозиты занимают примерно 11% общего рынка нанопро- дукции. Их производство (а это от 50 до 100 компаний различной ве- личины) в достаточной степени дифференцировано: в него вовлечены производители синтетических смол, самыми крупными из которых являются BASF и GE Plastic, производители наполнителей (Nanocor, Southern Clay Products), компаундеры (Foster Corp., RTP) и, наконец, производители конечных продуктов, представленные как очень мелки- ми, так и очень крупными фирмами. Совокупный общий рынок нано- композитов в 2007 году составлял \$ 252 млн в денежном выражении и 23200 т. – в натуральных показателях. 70% общего объема продаж приходилось на четыре компании – Ube, Unitika, Bayer и Dow Chemical. Вместе с тем, это очень быстро растущий рынок (CAGR в 2008–2014 го- дах составляет 24–28%). Лидером роста будут композиты с высокими противопожарными (огнеупорными) свойствами: CAGR – более 42%.

Строительный сегмент «потребляет» сегодня более четверти обще- го рынка нанокomпозитов. Основной «нанопродукт» – особопрочные напольные покрытия на основе полиуретанов и наноксиды алюминия, объем производства которых к 2014 году достигнет 11 тыс. т (\$ 43 млн) – CAGR 10%. Главные их производители – Rittsburgh, Paint & Glass, Vaispar.

В 2007 году 35% совокупного потребления нанокomпозитов в сто- имостном выражении приходилось на композиты, модифицированные наноглинами. К 2014 году прогнозируется, что нанокomпозиты на осно- ве глины увеличат рыночную долю до 44%. В то же время, композиты на углеродных нанотрубках будут терять свою рыночную долю с 22% примерно до 7,5%.

Говоря о наномодифицированных битумах, необходимо отметить, что существует значительный потенциал для улучшения инженерных свойств асфальтовой смеси путем применения нанотехнологий, что приводит к существенной экономии для организаций, ответственных за эксплуатацию дорог. Основными преимуществами нанотехнологи- ческой продукции являются устойчивость к воздействию влаги, повы- шение прочности и долговечности, резкое уменьшение колейности. По- мимо этого, нанодобавки на основе TiO_2 помогают существенно снизить загрязнение окружающей среды. Такая технология использовалась, например, при асфальтировании международного аэропорта Schiphol в Нидерландах. Кроме того, битум используется и как гидроизоляция

ный материал, и здесь перспективы применения наномодифицированной продукции также весьма привлекательны. Поэтому, несмотря на то, что в битумах нанотехнологии пока используются достаточно редко, мы прогнозируем, что к 2020 году до 6% асфальта будет укладываться с использованием наномодифицированных битумов, а размер рынка достигнет 1,8 млрд долларов.

Рынок термоизоляции сегментирован по используемому материалу. Основными сегментами рынка являются газонаполненные пластмассы (основные игроки – BASF, Bayer, CRH, Dow Chemical, Huntsman, Johns Manville, Knauf, Owens Corning, Saint-Gobain), стекловата (основные игроки – Johns Manville, Knauf, Owens Corning, Saint-Gobain, Uralita), минеральная вата (основные игроки – Rockwool, Beijing New Building Materials, CSR, Johns Manville, Knauf, Saint-Gobain). Нанопродукты являются на данный момент «нишевыми» из-за неконкурентной себестоимости, и основные игроки не участвуют в данном сегменте. Наиболее перспективной технологией здесь считаются аэрогели (основные игроки – Aspen Aerogels, Cabot), хотя нельзя не отметить увеличение объемов применения наноструктурированных флуоресцирующих полиуретановых композиций в комбинации с упрочняющим верхним слоем на основе оксида железа (BASF), различных нанопен и наностекол.

Несмотря на высокие начальные инвестиции в производство, необходимость сбережения энергии может вызвать существенное увеличение объемов применения новых материалов с учетом значительного снижения расходов при анализе полного жизненного цикла здания. Заинтересованность в сохранении окружающей среды также является важным драйвером для проникновения инновационных изоляционных материалов. Так, аэрогели, а также ряд полимерных нанопен, в 2–8 раз более эффективны, чем традиционные термоизоляционные материалы. Поэтому можно полагать, что к 2020 году до 15% термоизоляционных материалов в строительстве будут базироваться в той или иной степени на применении нанотехнологий.

Вообще говоря, ужесточение регулирования по охране окружающей среды – главный драйвер популяризации новых нанотехнологических строительных материалов. Повышенное внимание мирового сообщества к проблеме **устойчивого развития** [4] определяет введение новых нормативных требований в строительной отрасли. При этом ос-

Б.В. ГУСЕВ, В.Р. ФАЛИКМАН, Ш. ЛАЙСТНЕР и др. Отраслевое технологическое исследование...

новой акцент делается на сокращение выбросов CO₂, повышение энергоэффективности, снижение загрязненности воздуха. Существенную роль в коммерциализации играют также экономические факторы – увеличение срока службы зданий сооружений, использование меньшего количества строительных материалов, облегчение обслуживания, сокращение сроков строительства.

Рост спроса на инновационную продукцию в последнее время обусловлен и изменениями в образе жизни населения, тенденциями к большему комфорту и функциональности жилых помещений. Определенная категория населения Европы и Северной Америки требует повышения энергоэффективности зданий и готова оплачивать их премиальную стоимость.

В то же время, существует ряд барьеров, которые препятствуют коммерциализации нанотехнологической продукции в глобальном масштабе, причем как у ее производителей (поставщиков), так и у потребителей (рис. 3, 4).

У государства имеются различные возможности поддержки игроков для формирования рынка по всей цепочке создания стоимости, и в этом его основополагающая роль.



Рис. 3. Ключевые барьеры для производителей (поставщиков) нанотехнологической продукции



Рис. 4. Ключевые барьеры для потребителей нанотехнологической продукции

Приведем несколько характерных примеров.

При создании Колледжа нанотехнологических исследований и инжиниринга (CNSE) правительство США оказало значительную финансовую поддержку для привлечения ведущих мировых компаний. CNSE был основан в 2001 году в северной части штата Нью-Йорк с целью продвижения научной деятельности в области нанотехнологий, а также экономического развития региона. Только для вовлечения в работу IBM Правительство штата выделило грант на 50 млн долларов. IBM, в свою очередь, вложило 100 млн долларов, на которые был построен первый R&D центр.

Центр был создан вокруг инфраструктуры и оборудования общего пользования, которое позволило CNSE заинтересовать дополнительных ведущих игроков. В результате CNSE за 10 лет привлек более 7 млрд долларов инвестиций, из которых 80% являются частным финансированием. В настоящее время в центре работают более 2500 научных сотрудников, выпуская, в среднем, за год 45 научных публикаций и получая 23 патента. В CNSE также ведется академическая деятельность (48 профессоров, более 200 студентов). У CNSE – более 250 корпоративных партнеров, часть из которых базируется в самом CNSE – IBM, Applied Materials, AMD, Toshiba, SEMATECH и др. Сегодня CNSE считается ведущим научным центром по нанотехнологиям в США.

Программы грантов сыграли ключевую роль в развитии капиталоемких отраслей в регионах бывшей ГДР. Они выделялись как в рамках Федеральных программ на покрытие инвестиционных расходов в производственных отраслях (до 25% от инвестиций в здания, станки и оборудование, в зависимости от региона), так и по региональным программам. В обоих случаях инвестиционный проект обязан был создать долгосрочные рабочие места, а оборудование обязано было использоваться в регионе инвестиций более пяти лет. Основные результаты программ: производительность труда выросла в 2,5 раза за 20 лет, прямые иностранные инвестиции (FDI) удвоились в период с 2002 до 2008 года, развиты капиталоемкие отрасли - автоиндустрия (Volkswagen, Porsche, BMW, Opel, 750 компаний-поставщиков), микроэлектроника (AMD, Global Foundries, Infineon), аэрокосмическая индустрия (Deutsche Lufthansa, MTU Aero Engines, Rolls-Royce).

Налоговые льготы являются еще одним стимулом для привлечения инвестиций в капиталоемкие отрасли. Они представляют собой элементы налоговой политики и преследуют социальные и экономические цели. Во внешнеэкономической сфере налоговые льготы наиболее широко применяются для поощрения иностранных инвестиций. Часто они сопровождаются созданием особых экономических зон в отдельных регионах.

Внедрение ужесточенных природоохранных норм и норм по энергоэффективности может существенно поддержать спрос на нанотехнологические строительные материалы.

Ужесточение норм повлечет существенные изменения, прежде всего, в цементном, стекольном сегментах и в применении термоизоляции. Действительно, на производство цемента приходится 5% выбросов CO₂ в мире. Повсеместное использование новых технологий, в том числе механохимической обработки, может сократить эти выбросы на 30–50%. Небольшое ужесточение норм в цементном производстве сократит потребление тепловой энергии только в Российской Федерации на 1%.

Подсчитано, что если low-e стекло будет использоваться во всех странах ЕС, это сократит потребление энергии в ЕС на ~2,5% и сократит на ~2% выбросы CO₂. Аэрогели более чем в 2 раза энергоэффективны по сравнению со всеми существующими термоизоляционными материалами.

Государство может поддерживать спрос и за счет стимулирования конечного потребителя. Пример – Центр финансирования и развития жилья Финляндии.

В Финляндии под эгидой Министерства по окружающей среде был создан государственный центр финансирования и развития жилья (ARA). Основная задача центра – строительство социального жилья, а также субсидирование кредитов на квартиры. Центр соопутствует созданию спроса на инновационную продукцию, так как предлагает поддержку конечного потребителя при строительстве жилья по высоким экологическим стандартам. Основные механизмы – гранты на повышение энергосбережения, предоставление более низких процентных ставок по кредитам, банковские гарантии на ипотеку.

Центр работает более 20 лет. За прошедший период было профинансировано строительство более 800 тыс. домов, осуществлен капитальный ремонт более 200 тыс. домов. Прибыль в 2009 году составила более 340 млн евро.

Дополнительная роль регулятора заключается в поддержке положительного восприятия нанотехнологических строительных материалов. Действительно, нельзя забывать об определенных рисках использования нанотехнологий – настоящих и мнимых. С одной стороны, регулятор должен поддерживать дополнительные исследования для лучшего понимания всех существующих рисков использования инновационных материалов, а с другой, регуляторы должны вести работу с неправительственными организациями и общественностью, в целом, для объяснения проверенных фактов и борьбы с предрассудками.

В Австралии регулятор занимает особенно активную позицию по вопросам исследования рисков в области охраны окружающей среды, здоровья и безопасности жизнедеятельности (EHS). Он занимается пересмотром существующей регулятивной базы в стране и содействует их пересмотру за рубежом, поддерживает исследования и создание базы знаний по рискам нанотехнологий. Основной фокус работы – создание нормативно-правовой базы, поддержка исследований с целью выяснения опасных свойств наноматериалов, оценка эффективности контроля за рисками наноматериалов на рабочем месте, предоставление информации австралийским организациям в области нанотехнологий, участие в международных инициативах и обеспечение соответствия международным подходам.

Б.В. ГУСЕВ, В.Р. ФАЛИКМАН, Ш. ЛАЙСТНЕР и др. Отраслевое технологическое исследование...

Понятно, что часть материалов и технологий из нашего исследования имеет, помимо строительства, другие области применения. Так, по мнению экспертов, на строительную отрасль приходится не больше 30% потребления красок и покрытий, остальное расходуется в автомобильной промышленности, электронике и других сегментах экономики. То же касается стекольной промышленности, где сегодня наномодифицированные стекла, в основном, поставляются авто- и авиастроителям. Аэрогели используются в нефтегазовой отрасли для изоляции труб, а также в космической сфере в значительно в большей степени, чем в строительной отрасли. Именно поэтому необходимо учитывать данный факт при анализе вариантов локализации производства и анализировать потенциальный местный рынок, в целом. Применительно к России мы продолжим разговор об этом в следующей статье.

Уважаемые коллеги!

При использовании материала данной статьи просим делать библиографическую ссылку на неё:

Гусев Б.В., Фаликман В.Р., Лайстнер Ш. и др. Отраслевое технологическое исследование «Развитие российского рынка нанотехнологических продуктов в строительной отрасли до 2020 года». Часть 2. Анализ мирового рынка // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2013, Том 5, № 2. С. 6–20. URL: http://nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_2_2013.pdf (дата обращения: __ __ __ __).

Dear colleagues!

The reference to this paper has the following citation format:

Gusev B.V., Falikman V.R., Leistner S. et al. Industrial technological research «Development of Russian market of nanotechnological products in construction until 2020». Part 2. Analysis of the world market. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal, Moscow, CNT «NanoStroitelstvo». 2013, Vol. 5, no. 2, pp. 6–20. Available at: http://www.nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_2_2013.pdf (Accessed __ __ __ __). (In Russian).

Библиографический список:

1. Рынок нано: от нанотехнологий – к нанопродуктам / ред. Г.Л. Азоев. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2011. 319 с.
2. Фаликман В.Р. Наноматериалы и нанотехнологии в современных бетонах // Промышленное и гражданское строительство. 2013. № 1. С. 31–34.
3. Фаликман В.Р., Соболев К.Г. «Простор за пределом», или как нанотехнологии могут изменить мир бетона // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2010. № 6. С. 17–31 / 2011. № 1. С. 21–33. Гос. регистр. № 0421100108. URL: [http // www.nanobuild.ru](http://www.nanobuild.ru) (дата обращения: 5.03.2013).
4. United Nations. 1987. Report of the World Commission on Environment and Development. General Assembly Resolution 42/187. 1987. 11 December. Retrieved: 2007-04-12.

References:

1. The market of nano: from nanotechnologies towards nanoproducs. / edited by G.L. Azoev. Moscow. BINOM. Laboratory of knowledge. 2011. 319 p.
2. Falikman V.R. Nanomaterials and nanotechnologies in advanced concretes // Industrial and Civil Engineering. 2013. № 1. p. 31–34.
3. Falikman V.R., Sobolev C.G. «There’s plenty of room at the bottom», or how nanotechnologies can change the world of concrete // Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet Journal. Moscow. CNT «NanoStroitelstvo». 2010. № 6. P. 17–31 / 2011. № 1. P. 21–33. URL: [http // www.nanobuild.ru](http://www.nanobuild.ru) (date of access: 5.03.2013).
4. United Nations. 1987. Report of the World Commission on Environment and Development. General Assembly Resolution 42/187. 1987. 11 December. Retrieved: 2007-04-12.

Контакты
Contact information

e-mail: vfalikman@yandex.ru