Данный файл является фрагментом электронной копии издания, опубликованного со следующими выходными данными:

УДК 338.92
ББК 65.9(2Р)-5
С 568

С 568 **Современная роль экономики Сибири в народнохозяйственном комплексе России** / под ред. В.В. Кулешова. – ИЭОПП СО РАН, Новосибирск, 2014. – 326 с.

А в т о р ы:
Горбачева Н.В. (гл. 6), Евсеенко А.В. (введение, гл. 3, 4, 6),
Ершов Ю.С. (гл. 2, заключение), Заболотский А.А. (гл. 6),
Кулешов В.В. (введение, гл. 1, 3, 4, заключение), Новикова Т.С. (гл. 6),
Соколов А.В. (гл. 5), Унтура Г.А. (гл. 3, 4, 6), Шмагирев А.В. (гл. 6).

ISBN 978-5-89665-266-3

Настоящая монография содержит материалы, отражающие результаты исследований авторского коллектива по оценке потенциала модернизации накопленного в сибирском регионе производственного капитала и возможностях повышения эффективности использования этого капитала для создания и ускоренного развития современного производства высокотехнологичной продукции на сибирских предприятиях.

Первый раздел книги посвящен оценке и детальному анализу современного состояния экономики Сибири и перспектив ее развития в ближайшие десятилетия в составе народнохозяйственного комплекса страны. В книге намечаются национальные и региональные приоритеты и ориентиры модернизации, проблематика модернизации экономики мегарегиона рассматривается с позиции возможности реализации преемственности стратегических ориентиров; изучаются проблемы сбалансированности совокупности долгосрочных экономических прогнозов на региональном уровне.

Во втором разделе книги анализируется сфера научно-образовательной и инновационной деятельности как важнейшая составляющая модернизации народнохозяйственного комплекса Сибири и РФ в целом. Для оценки реализованных моделей успешного взаимодействия научных институтов с высокотехнологичной промышленностью в книге исследуются институциональные и экономические особенности модернизации промышленного производства на предприятиях ОПК Сибири, и также опыт «новосибирского» ГЧП при реализации масштабного инновационного проекта («Нанокомпозитная керамика»).

Монография подготовлена при финансовой поддержке РГНФ. Проект № 11-0200091а «Сибирь: социально-экономические последствия модернизации». Руководитель – академик РАН Кулешов В.В.

ISBN 978-5-89665-266-3

© ИЭОПП СО РАН, 2014
© Коллектив авторов, 2014

Полная электронная копия издания расположена по адресу:
http://lib.ieie.su/docs/2014/SovremRolEconSib/Sovremennaya_Rol_Ekonomiki_Sibiri.pdf

Раздел II «ИННОВАЦИОННЫЕ» ОТРАСЛИ – АВАНГАРД МОДЕРНИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ СИБИРИ

ГЛАВА 6

НАНОКОМПОЗИТНАЯ КЕРАМИКА: ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ В РОССИИ И СИБИРИ

6.1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА КОМПОЗИТОВ НА ПРИМЕРЕ НАНОКЕРАМИКИ

Программы и условия разработки новых технологий производства композитов. В преддверии вступления России в ВТО министерством промышленности и торговли РФ была разработана долгосрочная государственная программа Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности»[1] на десятилетний период с 2012–2020 гг., которая будет реализовываться в 2 этапа: 2012–2016 гг. и 2017–2020 гг. В настоящий момент доля отраслей промышленности, отнесенных к предмету данной программы, составляет 5,5% ВВП. Реализация государственной программы позволит увеличить данный показатель до 5,7% в 2020 г. В основу приоритетов государственной политики в сфере реализации государственной программы заложен отраслевой принцип с расстановкой приоритетов по трем видам рынков:

- новые рынки (не существующие или незначительные по объему, но в долгосрочной перспективе являющиеся основой новой промышленности, например композиты, редкие и редкоземельные металлы;
- традиционные отрасли, продукция которых ориентирована на потребительский сектор;
- традиционные отрасли, продукция которых ориентирована на инвестиционный спрос (металлургия, машиностроение и др.).

Детализация программы для новых рынков, в частности композитов, содержится в подпрограмме 14 «Развитие производства композиционных материалов (композитов) и изделий из них». Реализация подпрограммы намечена посредством триады основных мероприятий:

1) создание системы по разработке, внедрению и сопровождению освоения композиционных материалов (композитов), изделий и конструкций в гражданских отраслях промышленности;

[1] Основаниями для разработки и реализации данной подпрограммы, определяющими приоритеты государственной политики в области композиционных материалов (композитов), являются: Перечень поручений Президента Российской Федерации от 12 ноября 2012 г. № Пр-3028 по итогам заседания Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России от 24 октября 2012 г.; Перечень поручений Председателя Правительства Российской Федерации от 20 ноября 2012 г. ДМ-П8-6998; Протокол заседания Правительственной Комиссии по высоким технологиям и инновациям от 1 апреля 2011 г. № 4; Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года, утвержденная Распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2011 г. №2227-р; Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года, одобренные на заседании научно-технического совета Военно-промышленной комиссии при Правительстве Российской Федерации (Протокол от 2 декабря 2011 г. № ВПК (НТС)-27пр).

2) разработка технологий получения комплекса композиционных материалов (композитов) нового поколения, изделий и конструкций из них;

3) разработка и реализация системы мер, обеспечивающих опережающие темпы развития производства и потребления продукции композитной отрасли.

Цель подпрограммы – формирование основы для создания и развития современной отрасли промышленности, обеспечивающей глобальную конкурентоспособность, инновационное развитие и рост экспортного потенциала ключевых секторов российской экономики. Она конкретизируется набором задач, среди которых предполагается создание условий институционального, научно-технологического и финансового и коммерческого порядка, в том числе проведение стратегического маркетинга основных рыночных ниш композитов. По-видимому, это достаточно актуально, поскольку вступление России в ВТО предполагает изменение арсенала инструментов государственной поддержки, – акцент перемещается в сферу поддержки спроса, развития институциональных условий, выстраивания системы долгосрочных, устойчивых и предсказуемых мер, направленных на повышение эффективности промышленных предприятий, в том числе на выравнивание макроэкономических показателей, влияющих на конкурентоспособность экономики. Важное значение имеет создание комплекса инструментов государственной поддержки на основе принципов проектного финансирования.

Институциональные условия в этой сфере – это 1) комплекс мер по созданию современной нормативно-правовой и нормативно-технической базы; а также формированию национальной базы интеллектуальной собственности в области производства современных композиционных материалов (композитов) и изделий из них гражданского назначения; 2) разработка и реализация мер стимулирования спроса на инновационную продукцию композитной отрасли; 3) формирование системы мер экономического стимулирования, обеспечивающих опережающие темпы развития композитной отрасли, а также мер государственного регулирования, направленных на локализацию иностранных высокотехнологичных производств, включая разработку и реализацию антидемпинговых и компенсационных мер защиты внутреннего рынка, в случае резкого роста импорта и обусловленного этим серьезного ущерба композитной отрасли; 4) создание национальной композитной сети с развитой инфраструктурой исследований и разработок и эффективной системы коммерциализации объектов интеллектуальной собственности, включая

формирование центров компетенции по ключевым направлениям развития отрасли, в том числе в составе инновационных промышленных кластеров. Предусмотрено привлечение госкорпораций и развитие форм ГЧП для развития рынка композитов.

Научно-технологические условия были рассмотрены в названной программе через призму конкретных отраслевых и региональных целевых программ по разработке и использованию композитов. Одна из задач непосредственно предполагает разработку и реализацию пилотных масштабируемых инновационных проектов на основе первоочередных отраслевых проблемно-ориентированных НИОКР. Использование производств и материалов нового поколения – базовый тренд технологической революции, который усиливается возможностями новейшего информационного поиска и комбинирования различных вариантов создания и использования композитов. В настоящее время в мире все большее распространение получает идея создания материалов под конкретный продукт.

Механизм реализации условий для разработки новых технологий производства композитов предусматривает выполнение научно-исследовательских работ (НИР), финансируемых за счет средств федерального бюджета, без привлечения софинансирования со стороны внебюджетных источников. НИР выполняется на основании государственного контракта, заключенного с победителем конкурсных процедур, установленных федеральным законодательством и иными нормативно-правовыми актами Российской Федерации о размещении заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных и муниципальных нужд. В рамках реализации конкурсных процедур должна быть обеспечена эффективная экспертиза, мониторинг выполнения, системная поддержка и оценка эффективности результатов НИР с привлечением экспертного сообщества технологической платформы «Новые полимерные композиционные материалы и технологии». Финансовое обеспечение данного мероприятия подпрограммы определяется параметрами федеральных законов о федеральном бюджете на очередной финансовый год и плановый период.

Финансовые и коммерческие аспекты в сочетании с качественным описанием соответствующих типов рисков были также достаточно подробно освещены в программе: «Несмотря на то что сроки окупаемости инвестиций в данную отрасль составляют от 3 до 5 лет, риски недостижения результата при реализации прорывных проектов составляют не менее 14% при долевом софинансировании с бюджетами различного уровня» [Государственная программа... (эл. ист. инф.)].

Идеология поддержки высокотехнологичной промышленности обосновывается исходя из понимания того факта, что государство не является стационарным и постоянным источником финансирования части текущих и капитальных затрат предприятий. Финансирование должно предоставляться на проектной основе, для реализации конкретных целей развития. В среднесрочном периоде доля бюджетного финансирования должна последовательно сокращаться в пользу внебюджетных источников. Меры поддержки должны быть конечны, и на определенном этапе отрасли, получившие поддержку государства, должны войти в режим развития на основе рыночных ресурсов и генерации стоимости в эффективно работающих компаниях.

По идее заказчика программы Минпромторга, итогами реализации подпрограмм и мероприятий федеральных целевых программ для отраслей, ориентированных на создание новых видов инновационной продукции, будут: создание полноценной инфраструктуры, включая пилотные, опытно-промышленные, промышленные предприятия, инжиниринговые компании и центры отработки технологий применения инновационных продуктов и технологий; обеспечение локализации в России инновационных производств и исследовательских центров ведущих международных технологических корпораций, формирование эффективной системы поддержки спроса на продукцию новых отраслей; создание новых рабочих мест в отраслях, требующих высококвалифицированных кадров.

Основной ожидаемый результат реализации подпрограммы заключается в росте объема внутреннего производства продукции композитной отрасли, который к 2020 г. составит 120 млрд руб. При этом ожидаемый объем реализации инновационной продукции, созданной с использованием результатов пилотных масштабируемых инновационных проектов на основе первоочередных отраслевых проблемно-ориентированных НИОКР к 2020 г. суммарно (нарастающим итогом по годам), составит не менее 36,7 млрд руб. Доля экспорта композиционных материалов (композитов), конструкций и изделий из них к 2020 г. составит не менее 10% от общего объема их производства в России.

Общая стоимость выполнения комплекса всех научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по первому этапу подпрограммы до 2016 г. составляет около 10 млрд руб., в том числе 5,5 млрд руб. – из средств федерального бюджета.

На наш взгляд, в тексте подпрограммы большое внимание справедливо уделено созданию массового спроса на композиты в традиционных отраслях (транспорте, строительстве, ЖКХ, металлургическом, нефтегазовом и химическом комплексах). Однако в ней недостаточно полно освещена типология композитов, не разделены

бытовые композиты для использования в традиционных отраслях 3–4 укладов и высокотехнологичные инновационные композиты, в том числе спектр нанокомпозитных материалов, развивающих ядро 5-го технологического уклада (силовая электроника и микроэлектроника, ракетостроение) и 6-го (нанобиокерамика и др.), требующих, прежде всего, результатов фундаментальных исследований для создания конкурентоспособных инноваций и расширения присутствия России на новых высокотехнологичных рынках. Важную роль играет различие материалов и границы соответствующих технологических ниш применяемых технологий, что также в явном виде не упомянуто в тексте программы. В программе не отражены методические аспекты оценки рынка нанокомпозитов различного вида. Понятно, что существует сложность оценок мирового рынка отдельных направлений в целом композитов на основе нанотехнологий, и в том числе нанокерамики. Отмечено различие оценок ведущих консалтинговых агентств (см. кн. [Экономические проблемы…, 2012]), что сдерживает инвесторов и соответственно приток внебюджетных средств в эту новую отрасль. Однако было бы целесообразно и в подпрограмме, и в технологической платформе по композитам назвать варианты или диапазоны оценок рынка в различных сценариях. Объемы выпуска отдельных видов композитов в программе также приведены без развернутого методического обоснования, что затрудняет оценку их достоверности и соответствия рыночному спросу. В системе институциональных мер подпрограммы не предусмотрены задачи по развитию стратегического маркетинга и изучению зарубежного опыта менеджмента успешных компаний, действующих в области производства новейших материалов, в том числе производстве нанокерамики.

В последние 20 лет в качестве основы технической модернизации на базе современного научно-технического прогресса все чаще используются научные заделы, имеющиеся в мировой науке и практике. Если до 1960–1980 гг. прогресс был основан на открытии новых свойств, явлений, материалов, топологий, конструкторских решений, то в наши дни в инновационном процессе стали использовать комбинации из уже существующих решений, созданных в предыдущие времена. Причин такого изменения можно найти множество, но как представляется, основной причиной является, вероятнее всего, исчерпание потенциала возможных исследований при существующих укладах и уровне развития технологий. Поэтому прорыв возможен при усилении уровня достигнутых результатов фундаментальных исследований при одновременной модернизации технологической базы.

Существующий научный потенциал России и развитая научная инфраструктура теоретических исследований в России позволили к настоящему времени создать первые стадии научно-производственных сетей (НПС) по некоторым технологическим направлениям, что дает возможность сформировать отраслевые группы НПС в рамках мощных региональных научных и инновационных центров. Кроме того, большое число перспективных исследований, связанных с критическими направлениями развития – биотехнологии, системная биология, новые материалы, авиакосмические технологии, – позволяют создать фундамент для достижения технологической самодостаточности России по ряду стратегических направлений. Многие инновационные центры России в настоящее время обладают потенциалом новых открытий в отдельных сегментах нефтехимической, нефтедобывающей промышленности, ядерной энергетики, в области разработки и производства новых материалов. Одним из таких сегментов является техническая или передовая керамика, применение которой находит в последнее время все новые области. В частности, в Новосибирской области в ОАО «НЭВЗ-Союз» при участии ГК «Роснано», институтов СО РАН, ряда вузов налаживается производство изделий из нанокерамики по нескольким продуктовым позициям. Сам проект создания производства нанокерамики является инновационным территориальным кластером. Его, в свою очередь, можно разделить на несколько подкластеров – кластеров производства технической керамики, бронекерамики и медицинской керамики, а также кластера производства нанопорошков.

Так, для таких направлений, как биотехнологии и микроэлектроника, современные инновации можно разбить на 3 категории:

1) конструкторские, дизайнерские и топологические инновации;
2) инновации, связанные с использованием процессов и явлений;
3) инновации на базе новых материалов.

Для отрасли микроэлектроники особую важность начинают приобретать две последние категории инноваций ввиду почти полного перебора всех возможных инноваций первой категории. Примером инноваций 2–3 категории, применяемых в настоящее время, можно назвать композитные материалы. Период открытия свойств всех видов химических элементов прошел несколько десятков лет назад, и сейчас применяются все возможные комбинации сделанных в те времена открытий в области материаловедения. Композитные материалы (КМ) применялись еще в древние времена, однако применение КМ с созданием теоретической и экспериментальной базы началось во второй половине прошлого века, т.е. первая волна интенсификации

инновационного поиска среди комбинированных материалов или композитов проявилась в 1960-е годы. Поэтому в настоящее время ключевые открытия делаются именно в инновациях, связанных с поиском новых комбинаций материалов для композитных соединений.

Композитные материалы классифицируются как по структуре, так и по использованию тех или иных соединений и материалов – металлов, неметаллов, химических соединений. Одним из перспективных направлений стало использование композитных материалов на основе нанокерамики, которая начинает находить новые ниши и заменять старые материалы. Наиболее вероятные направления внедрения связаны с замещением эквивалентных по характеристикам материалов – изоляторов, огнеупоров, ударопрочных конструкций и др.

Однако сектор новых материалов, как и вся керамика, имеет свои сложности развития, связанные с рыночными и технологическими особенностями. Так, например, производство нанокерамических материалов для космических двигателей сильно зависит от заказа со стороны ракетостроительных компаний. Такие зависимости предопределяют структуру взаимосвязей между производителями материалов и готовой продукции. В то же время полностью независимые производства хотя имеются, однако они показывают достаточно ограниченный диапазон применения.

Не претендуя на полноту освещения всех вышеназванных аспектов, недостаточно полно представленных в тексте подпрограммы, касающихся технологии, маркетинга и менеджмента применительно к нанокерамике, авторы предлагают свои методические приемы по оценке отдельных новых видов рынков для композитных материалов и продуктов, показывают успешно зарекомендовавшие схемы организации инновационного процесса в производстве новых композитов в зарубежных компаниях, что, возможно, окажется полезным для исследователей данного инновационного направления.

Состояние и особенности становления рынка изделий на базе технической керамики. По информации директора «НЭВЗ-Керамикс» О.В. Медведко[1], объем рынка керамики в России составил в денежном выражении 460 млн долл. Однако отметим, что в настоящее время информация по сегментам этого рынка достаточно противоречива и не позволяет оценить исключительно российскую составляющую рынка технической керамики из-за присутствия в ней в виде компонент, например импортированной продукции. Экспертами отмечается риск сдерживания диффузии технической керамики, вызывае-

[1] Доклад в Доме ученых СО РАН, 2013 г.

мый физические ограничения на использование керамики, что делает ее применение в некоторых областях не достаточно обоснованным в настоящее время.

В этой связи было проведено пилотное исследование развития технологических направлений и рынка технической керамики в некоторых отраслях развитых стран мира и РФ.

Исходя из имеющейся доступной информации, показаны основные сегменты рынка технической керамики, и в том числе присутствие государственной поддержки при создании различных сегментов в РФ (табл. 6.1).

Таблица 6.1

Характеристика отдельных продуктовых ниш рынка нанокерамики и объем государственной поддержки в России

Рынок керамических изделий	Объем рынка мир/Россия	Поддержка гос-ва, %	Риски	Особенности и барьеры
1	2	3	4	5
Техническая керамика, всего	51 млрд долл. (2010)/…	0 – 30	Физические ограничения на использование керамики делают ее применение в некоторых областях не достаточно обоснованным	Необходимость внедрения в НПЦ производителей микросхем
Подложки/ Печатные платы	…/10 млн. долл.	0 – 30	Дешевизна продукции компаний конкурентов из Китая, Японии, Кореи	
Упаковки для микросхем	…	0 – 30	Дешевизна продукции компаний конкурентов из Китая, Японии, Кореи	
Конденсаторы	8,3 млрд долл. (2008), 6,1 млрд долл. (2011)/*100–200 млн долл.**	0 – 30	Дешевизна продукции компаний конкурентов из Китая, Японии, Кореи	Влияние теоретических и экспериментальных работ имеют примерно равный вклад для успешного развития данной технологии
Изоляторы	…	0 – 30	Дешевизна продукции компаний конкурентов из Китая, Японии, Кореи.	
Пьезокерамика	…	0 – 30	…	
Тормозные колодки	***…/100 млн долл. (2011)***	0 – 30	…	Зависимость от пр-ва автомобилей и спроса на индивидуальные компоненты

Окончание табл. 6.1

1	2	3	4	5
Упаковки для схем	…	…	…	Влияние теоретических и экспериментальных работ имеют примерно равный вклад для успешного развития данной технологии
Диоды на базе стеклокерамики	5,4 млрд долл (2009)/…	–	Зависимость от центральных технологий и производителей	
Компоненты двигателей	…	100	Зависимость от ключевых технологий и производителей. Зависимость от гос. заказов	Успешность зависит в основном от успеха экспериментальных испытаний
Компоненты ракетных двигателей	…	100	…	
Компоненты гиперзвуковых аппаратов	…	100	…	Необходимость интеграции исследований и компонентов изделий с деятельностью головных исследовательских центров и авиастроительных заводов, успешность зависит в основном от успеха экспериментальных испытаний
Протезы	.../2 млрд руб.**	…	…	…
Высокотемпературные изоляторы	2,7 млрд долл. (2011)/…	…	…	…

* Экспертно оценено авторами на основе пропорций рынков и ВВП в США и РФ.
** Российский рынок протезов конечностей составил 59 тыс. штук в 2011 г. [Abercade… (эл. ист. инф.)].
Примечание: знак «…» означает, что авторы не располагают по этой позиции информацией.

Диффузия нанокерамики охватывает ряд стратегических секторов. Данные табл. 6.2 наглядно показывают комплементарность различных технологий в различных перспективных сегментах нанокерамики, в данном случае в производственных материалах. Например, показано распределение применения композитных материалов на основе матричной керамики в различных секторах (технологиях), при различном уровне развитости научно-производственного цикла НПЦ (см. табл. 6.2). Позиции керамических волокон в общей матрице использования материалов для производства

композитных структур (в ближайшем и отдаленном будущем) показаны ниже [Department…, 2002 (эл. ист. инф)].

♦ Сферы применения в военном секторе:
– сопла и теплоизоляторы для истребителей;
– лопатки двигателей;
– стабилизаторы пламени;
– орбитальные реактивные двигатели;
– бюджетные двигатели для больших ракет;
– двигатели для ракет большой грузоподъемности;
– роторы и камеры сгорания;
– лопасти для управления движением ракет;
– камера турбопрямоточного воздушнореактивного двигателя;
– рулевое сопло ракет;
– двигатели для спутниковых систем;
– наконечники для гиперзвуковых ракет;
– входные сопла гиперзвуковых аппаратов и ракет;
– камеры сгорания.

♦ Сферы применения в гражданском/военном секторе:
– теплообменники;
– трубчатые сжигатели;
– турбины наземного использования;
– свечные фильтры;
– иммерсионные нагреватели;
– тормозные колодки;
– компоненты дизельных двигателей;
– направляющие клапанов;
– поршни;
– турбозарядные роторы;
– подложки микросхем и платы.

Рынок изделий *на базе технической керамики* в мире вырос до десятков (50–51) миллиардов долларов к 2013 г. Однако он обладает сложной сегментацией ввиду того, что новые материалы на базе керамики применяются в различных технологиях и отраслях на различных участках производственных цепей. Основными двумя сегментами рынка технической керамики являются электроника и конструкционные материалы [Analytical…, 2012 (эл. ист. инф.)].

Таблица 6.2

Позиции керамических волокон в общей матрице использования материалов для производства композитных структур

Неорганические волокна					Органические волокна			
неметаллические неорганические волокна			металлические волокна		углеродные волокна		полимерные волокна	
Керамические волокна (поликристаллические или аморфные)	Стеклянные волокна или на основе минералов	Монокристаллические волокна	–	–	–	–	–	–
Керамические волокна на основе оксидов (Al_2O_3, ZrO_2…)	Не оскидные керамические волокна (SiC, Si-C-O, Si-C-N-O, Si-B-C-N…)	–	–	–	–	–	–	–

Источник: [Department…, 2002 (эл. ист. инф)].

Сегмент электроники [Advanced… (1) (эл. ист. инф.)] составляет до 75% от рынка технической (т.е. не бытовой) керамики. Однако главное отличие сегмента электроники – полная зависимость от производственных цепей других технологических производителей. Вся продукция на базе керамики, применяемая в электронике, представляет собой следующий набор технологий и продукции, а именно: изоляторы, подложки, конденсаторы, упаковки для микросхем, пьезокерамика и магнитоферриты.

Конструкционная керамика [U.S. Advanced… (эл. ист. инф.)] также сильно зависит от производственных цепей в других технологиях и отраслях, однако может существовать независимо. Например, биопротезы или импланты для зубов не имеют строгой зависимости от других цепей. То же можно сказать и о тормозных колодках для автомобилей.

Керамика для электроники. Рынок керамики для электроники рассмотрим на примере пассивных элементов и подложек.

◄ *Пассивные элементы (конденсаторы сопротивления)*

Пассивные элементы на базе керамики – это конденсаторы и резисторы, которые применяются в различных электрических схемах разного масштаба и предназначения. Так, на печатных платах пассивные элементы составляют 80% от общего числа элементов,

занимают 60% площади платы и составляют 20% от стоимости готовой платы с полной схемой.

На рис. 6.1 видно, что интенсивность применения керамики при производстве конденсаторов шла вверх, что характерно для процесса внедрения новых материалов. Однако появление и практическое использование технологий с показателями, превосходящими или не уступающими материалам конкурентам при сравнимой цене, позволяют сделать прогноз, согласно которому применение керамики в будущем будет расти.

Источник: [Capacitor… (эл. ист. инф.)].

Рис. 6.1. Развитие применения керамики в производстве конденсаторов

◄ *Подложки (платы для наносимых схем)*

Подложки используются для крепления элементов электрических схем. Производство подложек возможно с использованием различных технологий и материалов, в том числе композитного пластика, керамики, кремния. Данные материалы занимают соответствующие ниши в зависимости от размеров, наносимых на них компонент от силовой электроники до интегральных микросхем.

Керамические подложки достаточно прочно заняли свои позиции между нано- и микроэлектронным диапазоном, в котором доминирует кремний и оксид кремния, и печатными платами, которые занимают

диапазон видимых размеров. В настоящее время диапазон керамических плат находится от 100 мкм (0,1 мм) для размера наносимых элементов до видимого диапазона (1 мм). Возможности интеграции большого числа элементов при создании систем в упаковке, способность регулирования температурных режимов, устойчивость к температурам, гетерогенность интегрируемых элементов – стали главными факторами, позволившими использовать керамику в качестве субстратов в микроэлектронных и макроэлектронных устройствах. Позиция керамики (в размерах наносимых на плату элементов) находится между кремнием и печатными платами.

Ниже приведена информация и показаны сравнительные характеристики различных технологий при производстве подложек партиями разной величины: от средних до крупных объемов производства (табл. 6.3–6.6). Типичные единовременные затраты на разработку, верификацию, испытание прототипов, создание шаблонов, инструментов и проведение тестов ранжируются [Bechtold... (эл. ист. инф.)] от 1000 евро для печатных плат, 5000 евро для плат на базе толстых пленок, 10 000–15 000 евро – для высокотемпературной (HTCC) и низкотемпературной (LTCC) керамик и около 250 000 евро – для кремния. Все величины, упоминаемые в таблицах, относятся к подложкам площадью 150 кв.см.

Важную роль играет различие материалов и границы соответствующих технологических ниш применяемых технологий, в которых они способны обеспечить наилучшую техническую производительность. Так, для интегральных микросхем в диапазонах от 10 мкм до 10 нм применяется чистый кремний и его оксид. В диапазоне 10 мкм – 1 мм создаются платы на базе дорогой «зеленой» керамики с 3 граммами дорогих металлов для наносимых проводников и сопротивлений в случае низкотемпературной керамики и менее дорогих алюминиевых листов с 3 граммами огнеупорных металлов для проводников. Для плат на базе пластика и стекловолокна в диапазоне от 100 мкм до 1 мм это дешевые металлы (5 граммов меди на плату/схему).

Исходя из этих первичных предпосылок нами были сделаны следующие оценки влияния видов материалов и масштабов производства на издержки изготовления плат. Они учитывают среднюю стоимость материалов и обработки. Для завершенности оценок предполагается, что для высоко- и низкотемпературной керамики при достижении соответствующих объемов будут применяться тугоплавкие материалы вместо мягких материалов. То есть в диапазонах объемов в 150 000 экономия около 15 евро за панель. Применение тугоплавких материалов (металлов) целесообразно при объемах от 100 000 панелей (плат). Потери при производстве и сверхзатраты не учитывались (см. табл. 6.3).

Таблица 6.3

Полная величина затрат на одну панель в зависимости от объемов производства, евро за 1 шт.

Объем выпуска партии	Платы	Толстые пленки	HTCC	LTCC	Кремний
1000 панелей	3,5	30	60	80	520
10000 панелей	2,5	12	48	64	316
100000 панелей	1,5	10	40	52	213

Для получения полной величины стоимости в расчетах отражены параметры интеграции (числа различных элементов на ед. площади) различных элементов на панелях/платах (R,L,C, транзисторов). Сделано предположение, что печатная плата (пластиковая) содержит 25 схем. Толстые пленки содержат 25 схем также, но высоко- и низкотемпературная керамика с улучшенным коэффициентом интеграции равным 6 содержит 150 схем на панели (см. табл. 6.4).

Таблица 6.4

Экспертная оценка средней стоимости схемы на панели, евро за 1 шт.

Объем выпуска партии	Платы	Толстые пленки	HTCC	LTCC	Кремний
1000 панелей	0,18	1,40	0,47	0,63	1,28
10000 панелей	0,10	0,86	0,33	0,44	0,57
100000 панелей	0,06	0,60	0,27	0,35	0,36

Примечание: в каждой панели от 25 до 150 схем; цена за схему с подложкой = общая цена за всю панель / число схем на панели.

Коэффициент интеграции (число элементов на единицу площади) может достигать значения 24 для кремния, что может позволить монтировать до 600 схем на панели (подложке), т.е. можно вычислить число реализуемых схем (см. табл. 6.5).

Таблица 6.5

Необходимое число схем для достижения конкурентоспособных уровней цен

Количество штук в партии	Платы	Толстые пленки	HTCC	LTCC	Кремний
1000 панелей	25 000	25 000	150 000	150 000	600 000
10000 панелей	250 000	250 000	1 500 000	1 500 000	6 000 000
100000 панелей	2 500 000	2 500 000	15 000000	15 000 000	60 000 000

Отметим, что имеется существенное различие по срокам эксплуатации панелей, выполненных с использованием керамики, кремния и композитного пластика (см. табл. 6.6).

Таблица 6.6

Сроки эксплуатации различных видов панелей, лет

Показатель	Платы	Низкотемпературная керамика	Высокотемпературная керамика	Кремний
Продолжительность эксплуатации (лет)	3	>20	>20	>20

Таким образом, проведенные экспертные расчеты позволяют сделать следующие обобщения о границах технологических и рыночных ниш нанокерамики:

1. Если сравнить цену любой керамики с печатными платами (композитный пластик), то керамика может быть конкурентоспособной только при соблюдении масштабов и уменьшении размеров наносимых элементов до максимально возможного для керамики уровня, тем самым заполняя нишу, не достигаемую печатными платами (от 100 до 10 мкм).
2. Сравнивая керамику с монолитными полупроводниковыми (Si,SiO_2) подложками, становится очевидным наличие производственной ниши для масштабов в миллион схем, где возможно создание конкурентоспособной гибридной интеграции керамики и кремния для различных RLC элементов.
3. Параметры цены для высоко- и низкотемпературной керамики находятся на одном уровне.
4. Технологии толстых пленок позволяют производить панели значительно ниже по цене по сравнению с ценами аналогичных продуктов с использованием всех остальных видов технологий.
5. Технические сроки эксплуатации различных видов керамических панелей и панелей с кремнием одинаковы и примерно в 6,5 раз дольше, чем для плат из композитного пластика.

Конструкционная керамика. Конструкционная керамика – это второй важный элемент рынка технической керамики (табл. 6.7).

На рынке структурной керамики самый крупный сегмент занимают элементы повышенной износостойкости. Продукция данного сегмента включает подшипники, механические уплотнения, клапаны, штампы, направляющие и ролики; лайнеры, мелющие тела, а также компоненты для целлюлозно-бумажной промышленности; сопла и керамики для сетчатых фильтров расплавленного металла.

Керамический рынок режущих инструментов получил развитие в связи с коммерциализацией и повышением доступности SiC армированного алюминия и нитрида кремния на рынке. Инструменты стали производиться по конкурентоспособным ценам. Керамические режущие вставки для оборудования, производимые из оксида алюминия (Al_2O_3, Al_2O_3/TiC, SiC), армированного алюминия, нитрида кремния и SiAlON получили широкое применение как в высокотехнологичных направлениях военного производства, так и гражданского.

Таблица 6.7

Сравнительные характеристики конструкционных композитных материалов

Характеристики	Карбон-карбоновые композиты	Керамические матричные композиты	
		с непрерывными волокнами	с прерывными волокнами
Высокотемпературные характеристики	Хорошие	Хорошие	Хорошие
Механические характеристики	Очень хорошие	Хорошие	Хорошие
Вязкость	Хорошая	Хорошая	Ниже непрерывных КМК
Удельная прочность	Хорошая	Хорошая	Хорошие
Стабильность размеров при нагрузках	Хорошая	Хорошая	Хорошая устойчивость к разломам, но стабильность ниже непрерывных КМК
Коэффициент теплового расширения	Низкий	Низкий	Средний
Термостойкость	Высокая	Высокая	Средняя
Отказы в работы	Небольшое число отказов	Небольшое число отказов	Небольшое число отказов
Параметры окисления	Плохая стойкость к окислению	Средняя стойкость к окислению	Средняя стойкость к окислению
Возможность обработки машинами	Высокие возможности	Средние возможности	Варьируется

Каковы возможности применения конструкционной керамики в разных рыночных нишах – например в бронекерамике и биокерамике?

Существует два основных типа бронекерамики – для машин и летательных аппаратов (стоимость – 10–20 долл. за пластину) и для бронежилетов для защиты людей (около 100–150 долл. за пластину). У данного рынка есть свои особенности. С одной стороны, производи-

тели продукции не «привязаны» к отдельным головным технологиям, а могут их выбирать (в отличие, например, от производителей сопел для космических аппаратов или компонент двигателей). С другой стороны, данный рынок сильно насыщен разного рода продукцией на базе керамики, композитных материалов на базе металлов и волокон. Кроме того, число участников на данном рынке исчисляется десятками компаний производителей. Стоимость бронекерамики также зависит от используемых материалов: на базе алюминия она имеет цену около 10–20 долл. за кг на мировом рынке, в то время как на базе карбида кремния – 35 долл. за кг, на базе спеченного карбида кремния – уже 85 долл. за кг, на базе карбида бора – 150 долл. за кг.

Рынок биокерамики в России составляет примерно 366 млн долл. [Projected (эл. ист. инф.)] – однако это с включением всей продукции, импортированной и произведенной. Рынок протезов конечностей составляет всего около 2,4 млрд руб. Российский рынок протезов конечностей составил 59 тыс. штук в 2011 г. [Abercade… (1) (эл. ист. инф.)].

Укрупненные оценки рынка технической керамики в России различными методами. В данном разделе главы предложены некоторые новые методические приемы оценки отраслевого рынка. В частности, мы берем за основу укрупненных оценок рынка результат расчета объемов продаж керамических подложек, плат, конденсаторов и изделий бронекерамики (с учетом потенциала рынков). Для расчета потенциала рынка используем три гипотетических сценария:

1) текущее состояние (без потенциала расширения в другие отрасли);

2) полное включение всех возможных применений керамики в производстве на разных этапах научно-производственной цепи;

3) сравнение рынка нанокерамики в РФ с рынками развитых стран (предполагается относительная стабильность пропорций) и «обратный отчет» от прогнозных оценок развития рынка в других странах перспектив развития рынка в РФ.

Сделаем пояснение ко второму сценарию. Например, производство керамических конденсаторов зависит от целого ряда отраслей, потребляющих данную продукцию. Однако в России этот рынок занят продукцией иностранного производства. Поэтому необходимо вычислить объемы рынка соответствующей продукции и процент добавленной стоимости керамических конденсаторов в произведенной продукции. Последнее резко усложняет вычисление объемов рынка. Сравнение с рынками других стран делается из того предположения, что

структура потребления керамики в России примерно такая же, как и развитых странах в пропорции к ВВП.

С точки зрения реализуемости сценариев можно сделать следующую градацию. Наиболее вероятный – рост рынка технической керамики только за счет роста потребления и роста благосостояния. Менее вероятен прогноз объемов с экспансией в другие отрасли.

В настоящее время на рынке керамики в России следующая ситуация.

◄ *Конденсаторы, резисторы.* В 2012 г. в России было продано около 3 млн ПЭВМ. Стоимость керамических элементов на одной плате – около 20%. Стоимость всех плат – около 1 млрд долл. То есть керамические элементы в совокупности составили 200 млн долл. В 2012 г. в России продано около 2 млн автомобилей. Стоимость керамических элементов в автомобиле (аккумулятор, изоляторы) – около 2–3 млрд руб.

◄ *Фрикционные элементы (тормозные колодки).* В 2012 г. в России продано 2 млн автомобилей и иных транспортных средств. Стоимость колодок для каждого автомобиля – 1 000 руб. в среднем. Замена – 1 раз в год. Объем рынка – 2 млрд руб.

◄ *Подложки, платы, корпуса схем.* В 2012 г. в России продано 3 млн ПЭВМ. Стоимость одной платы из керамики – 1 евро. Итого: 3 млн евро. Стоимость одного корпуса схемы – 1–15 евро, или 8 евро в среднем. Всего продано (вместе с ПЭВМ) около 10 млн процессоров (памяти, графических, центральных, контроллеров и т.д.). Объем этого сегмента – около 75–85 млн евро.

◄ *Диоды.* Рынок диодов в России – около 1 млрд долл., главным образом, это осветительные приборы в домах, автомобилях.

◄ *Протезы, имплантанты.* Данный рынок имеет свою специфику, связанную с прохождением клинических испытаний (в том числе и по международным стандартам). Единственный центр, соответствующий нормам GMP, GCP, находится в Подмосковье. Другая проблема – внесение медицинской продукции в медицинский реестр.

Далее приведем результаты оценки рынка нанокерамики различными методами (табл. 6.8–6.12). Часть из них позволяет сделать лишь укрупненные оценки в отношении отдельных рыночных ниш (см. табл. 6.8), но совокупность оценок разными методами и в разных структурных композициях позволяет более объективно подойти к количественной оценке рынка нанокерамики в условиях неполноты и ограниченности информации.

Табл. 6.12 показывает возможный объем рынка технической керамики России при сопоставлении с прогнозами рынков передовой керамики для Китая. Такой прогноз может быть актуальным, если Россия перейдет на путь интенсивной индустриализации. Отрасли, связанные с тяжелой промышленностью, потребляют больше всего керамики. Тяжелая промышленность интенсивно потребляет передовую техническую керамику, так как постоянно применяет данный вид материала для манипуляций с большими температурами, напряжениями, где требуется высокая устойчивость к температуре, трению, износостойкость.

Таблица 6.8

Оценки рынка нанокерамики *методом учета роста* текущего рынка, млн евро

Рыночная ниша	2013	2014	2015
Подложки/платы	10 (примерно)	11	12,1
Пассивные элементы (конденсаторы, резисторы)	…	…	…
Диоды	100 (примерно)	110	12
Фрикционные элементы	…	…	…
Бронекерамика	…	…	…
Аэрокосмические компоненты	…	…	…

Таблица 6.9

Оценки рынка нанокерамики методом учета экспансии в другие отрасли, млн долл.

Рыночная ниша	2013	2014	2015
Подложки/платы	88	96,8	106,5
Пассивные элементы (конденсаторы, резисторы)	200 (примерно)	220	242
Диоды	1000	1,1	1,2
Фрикционные элементы	80 (примерно)	88	106,5
Бронекерамика	100–200 (примерно) / 150	165	181,5
Аэрокосмические компоненты (двигатели)	40–50* (примерно)	49,5	…

* Стоимость компонент двигателя, число двигателей.

Таблица 6.10

Оценки рынка нанокерамики методом обратного отсчета и сопоставления с другими странами, млн долл. (Россия / мир)

Рыночная ниша	2011–2013	2014	2015*	2020
Всего Россия	420–460 (1301)**	484	532,4	–
Подложки /платы	–	–	–	–
Пассивные элементы (конденсаторы, сопротивления)	Конденсаторы (774 в 2011 г.) ***	–	–	–
Диоды	135	148,5	163,4	–
Фрикционные элементы	–	–	–	–
Бронекерамика	70,8****	77,9	85,7	0,5 млрд долл./ 19,4 млрд долл.
Аэрокосмические компоненты	–	–	–	–
Высокотемпературные изоляторы	340	–	–	–

Примечание: Оценка по бронекерамике для 2020 г. сделана на базе сопоставления с прогнозами для всего мира. Такая величина рынка может быть достигнута только при росте в 25%.

Источники: Экспертные расчеты авторов (знак «-» означает, что в настоящий момент не представляется возможным сделать достоверных оценок по данному сегменту). Использованы также: * – данные за 2015 г. – см. [US Demand…(эл. ист. инф.)]; **данные по США – см. [Advanced… (3) (эл. ист. инф.)]; ***данные по конденсаторам за 2011 г. – см. [Forecasting… (эл. ист. инф.)]; ****данные по бронекерамике – см. [Market…, 2013 (эл. ист. инф.)].

Таблица 6.11

Прогноз рынков продвинутой керамики РФ методом аналогии (сопоставления со структурой рынка США*), млн долл.

Рыночная ниша	2010	2015
Всего спрос на передовую (техническую) керамику	1307	1753
Электронные компоненты	363	431
Электрическое оборудование	257	371
Транспортное оборудование	178	294
Оборудование, станки	165	215
Химическая промышленность	116	140

* *Источник* [US Demand… (эл. ист. инф.)].

Таблица 6.12

Прогноз рынков продвинутой керамики РФ методом аналогии (сопоставления со структурой рынка Китая*), млн долл.

Рыночная ниша	Объем рынка в 2013–2015 гг.	
	Китай	РФ
Металлургия	2900	654
Автомобильная промышленность	700	158
Химическая промышленность	3500	790
Энергетика	6000	1354
Электроника	300	67

* *Источник:* [China's… (эл. ист. инф.)].

6.2. СТРАТЕГИИ ПРОДВИЖЕНИЯ НАНОКОМПОЗИТНОЙ КЕРАМИКИ

Стратегии поведения производителя композитных керамических материалов в условиях различного производственного и технологического потенциала компании: обобщение зарубежного опыта. Охарактеризуем обобщенную стратегию компании-производителя керамических материалов для любой компании – производителя материалов для промышленности и готовой продукции. Модель поведения компании основана на характеристиках конкрентной технологии, или отрасли.

Одним из основных барьеров для развития технологии или отрасли является ее зависимость от других технологий и отраслей либо зависимость продукции, произведенной с помощью данной технологии, от спроса других отраслей [US Demand… (эл. ист. инф.)].

Так, например, производители композитных материалов являются промежуточным элементом общих производственных цепей с участниками других производителей материалов – металлов, стройматериалов, полимеров и т.д. Поэтому главный элемент здесь – конечный продукт, который определяет параметры развития для всех промежуточных элементов. Ниже приведены схемы стратегий на примере 40 компаний – производителей технической керамики (рис. 6.2, 6.3).

Как видно на рисунках, для многокомпонентной композитной керамики наиболее важным параметром является исследование физических, химических и технических свойств и явлений, а для монолитной керамики – достижение определенных параметров жаростойкости. Другой важнейший параметр для обоих видов керамики – зависимость от отраслей потребления. Важное значение имеет и та-

кой параметр, как оптимизация научно-производственной цепи путем внедрения автоматизации и аналитического моделирования. Ключевым параметром также является координация действий с конечными производителями. Это связанно со спецификой поведения компании – производителя материалов.

Для технологии керамики можно выделить ряд общих барьеров. Наиболее важными из них являются:

1. *Влияние на другие технологии* [Microsoft…(эл. ист. инф.)]. Данный параметр создает барьер для смежных отраслей, поставщиков и производителей, завязывая производственную цепь на себе. Он очень важен, так как создает барьер, преодоление которого силами компании – производителя технологии – невозможно. Данный параметр важен в секторе керамики, потому что показывает сложность внедрения нанокерамики в функционирующие цепи.

2. *Число компонент в отрасли и технологии.* Данный параметр создает барьер для интеграций компонент в единую продукцию или производственную линию. Однако в секторе керамики данный параметр не играет особой роли, так как число используемых компонент в производстве изделий из керамики минимально.

3. *Зависимость от других технологий.* Данный параметр показывает влияние технологий друг на друга, т.е. экспертно можно оценить, какая компонента или технология играет более важную роль. Например, в конструкционных материалах это зависимость от таких технологий, как производство автомобилей, ракет, плат для компьютеров.

4. *Масштабы деталей.* Параметр показывает физические масштабы деталей, производящие серьезные ограничения на качество продукции, ее свойства, возможность ее производства или сборки в легких ангарах или на открытом воздухе.

5. *Число компонент в продукции.* Параметр, как и число компонент в отрасли, усложняет процесс производства продукции. Особенно это сказывается на масштабах (слишком больших или слишком малых), когда сильно проявляются физико-технические явления.

6. *Обрабатываемость материалов*. Параметр влияет на производительность труда, скорость выпуска готовых деталей и их стоимость.

7. *Множественность физических, химических процессов, явлений в отрасли или технологии*, *а также технические ограничения для данной технологии*. Параметры также усложняют процесс развития технологии, так как приходится учитывать, отлаживать и моделировать все явления в едином комплексе.

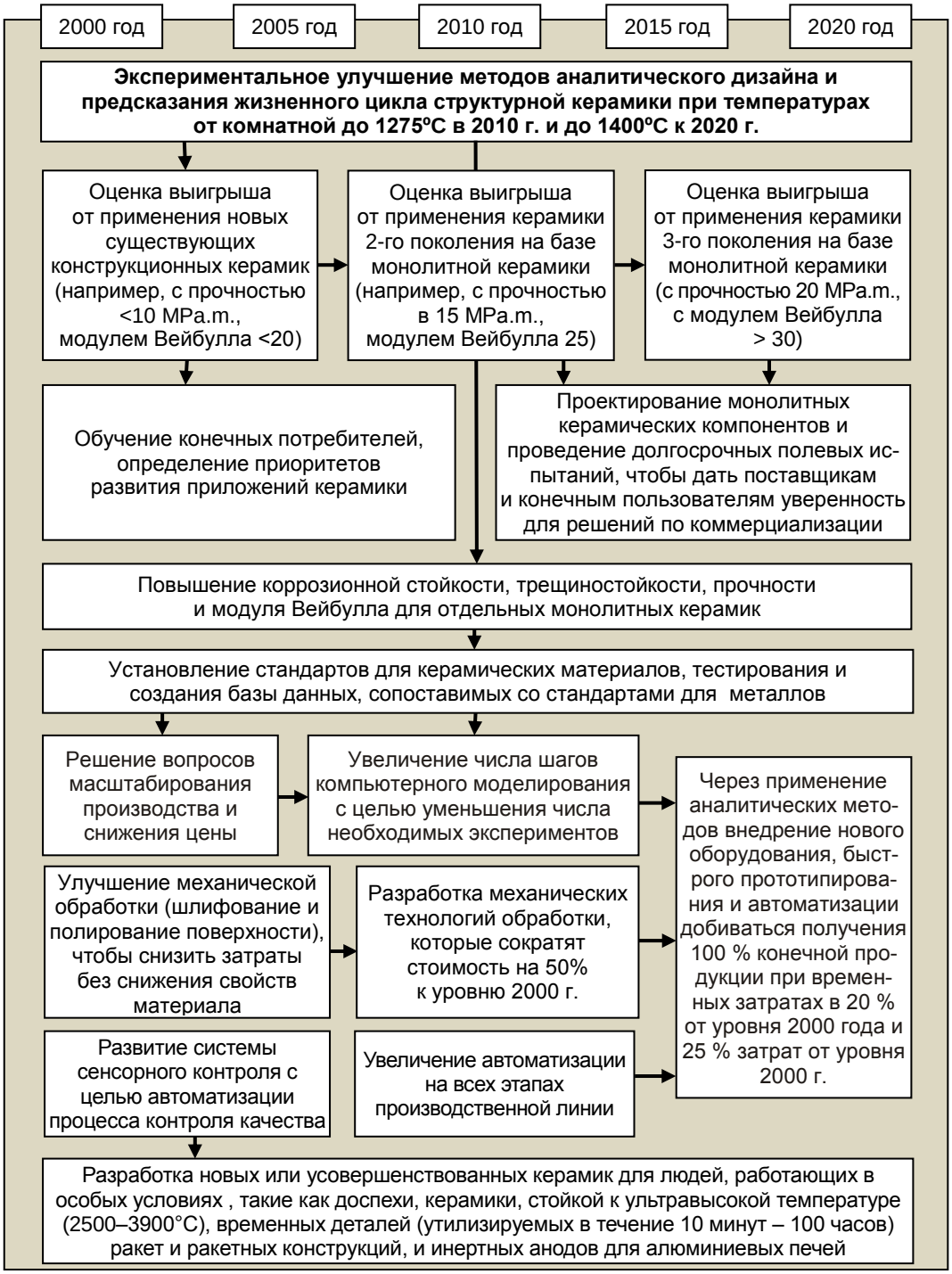
Все эти барьеры вынуждают формировать модель поведения фирм, основанную на мониторинге технологического развития смежных отраслей и технологий. В табл. 6.13 уровень сложности для каждой отрасли и технологии, связанной с нанокерамикой, ранжируется от 1 до 10.

Таблица 6.13

Распределение параметров сложности по 10-балльной системе для различных отраслей, применяющих нанокерамику (10-max), экспертно

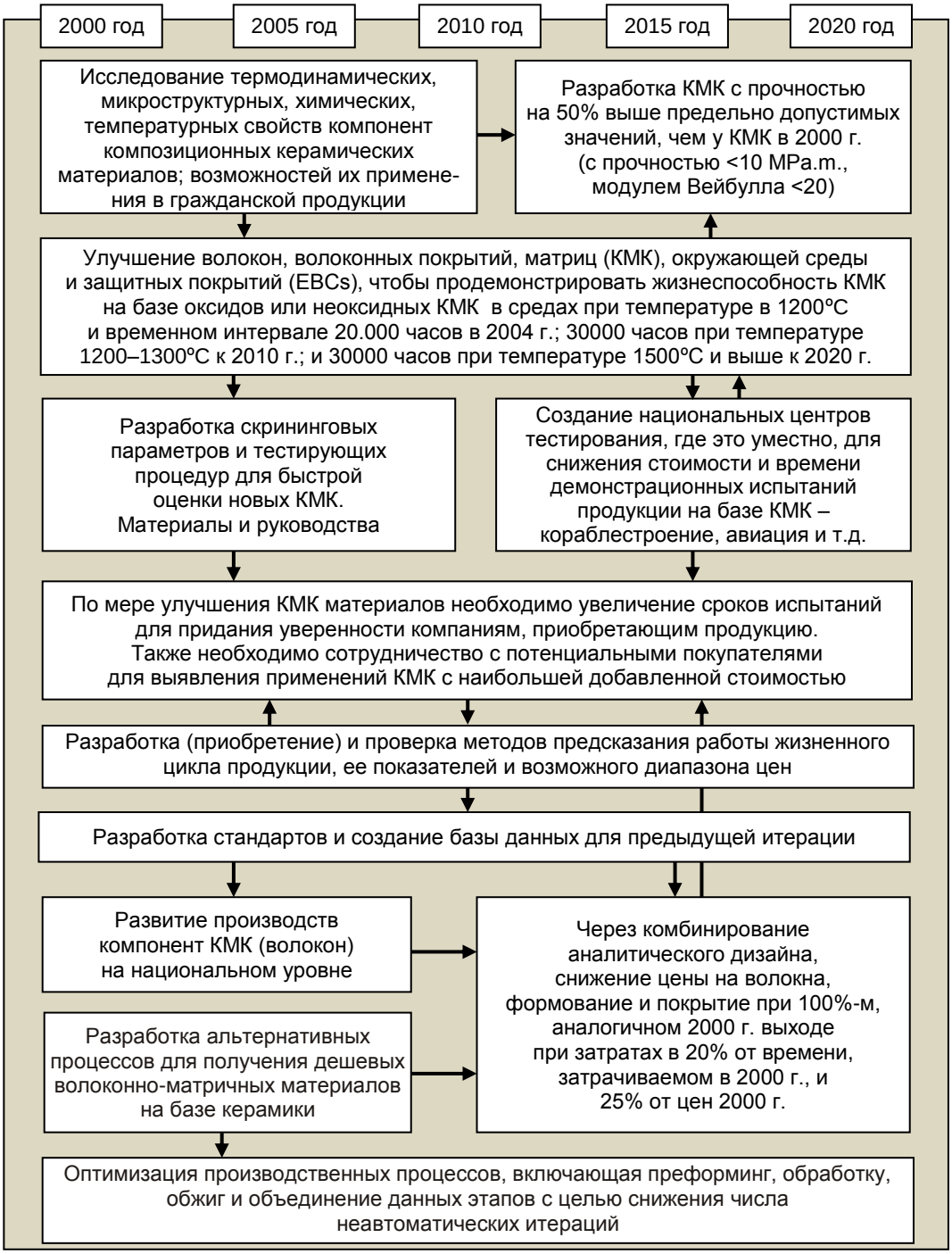
Параметр	Подложки для микросхем и платы*	Ракеты, сопла, в том числе и ГПВРД*	Медицинские инструменты**	Автомобильные компоненты***
Ориентировочная оценка вклада в добавленную стоимость изделия соответствующего элемента НПЦ керамики, %	75%	1–2%	100%	1–2%
Влияние на другие технологии	1	0	0	0
Зависимость от других технологий	1	10	1	10
Зависимость от стандартов	10	10	10	10
Проблемы большого масштаба	0	0	0	0
Проблемы малого масштаба, нм	0	0	0	0
Число компонент /технологий в отрасли****	1	1	1	1
Число компонент /технологий в продукции	1	1	1	1
Число физико-химических процессов	4	4	4	4
Трудность обработки	9	9	9	9
Влияние испытаний и экспериментов	2	10	2	6
Влияние теоретических исследований и моделирования	10*****	2	8	2

Источники: * – [Department…(эл. ист. инф.)];** – [Advanced… (2) (эл. ист. инф.)]; *** – [Ceramic Components… (эл. ист. инф.); Ceramics & Cars… (эл. ист. инф.)]; **** – [Coping (эл. ист. инф.)]; ***** – [Scramjet (эл. ист. инф.)].



Источник: [Advanced… (4) (эл. ист. инф.)].

Рис. 6.2. Стратегия развития компании производителя высокотехнологичной технической керамики (монолитная керамика)



Источник: [Advanced… (4) (эл. ист. инф.)].

Рис. 6.3. Стратегия развития компании – производителя высокотехнологичной технической керамики (композитная керамика)

В стратегии компании, разрабатывающей и внедряющей новые материалы, необходимо учитывать зависимости, которые создаются внешними технологическими и производственными связями, ограничениями на диапазоны применения материалов, барьеры, потому как именно они предопределяют возможности нахождения рынков сбыта.

Данный опыт может быть использован для российских фирм, создающих продукцию для новых рынков композиционных материалов. Сегодня применение композиционных материалов позволяет многим компаниям создать условия для роста рентабельности своей продукции, а тенденции развития технологий неуклонно расширяют область их применения.

Такие же зависимости, на наш взгляд, необходимо учитывать при разработке соответствующих программ развития соответствующих технологий и отраслей. Так, например, Программа «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности на период до 2020 года» указывает на необходимость применения полимерных композитных материалов во многих отраслях промышленности, не учитывая особенности и ограничения их применения. Кроме того, не указаны возможности, диапазоны и ниши для других видов композитов на базе металлов, керамики, пластиков, резин и т.д. Более того, данная программа, как и многие другие аналогичные программы, не учитывает необходимость разностороннего развития всех технологических направлений новых материалов, а является, скорее, лоббированием интересов по получению государственного финансирования отдельными финансовыми и промышленными группами. В то же время применение новых материалов, таких как керамика, композитные материалы на базе керамики и иных материалов, требует построения иной структуры взаимодействия и разработки стратегий развития отраслей и технологий. В этой структуре главную роль играет производитель готовой продукций, который и формирует спрос и задания для производителей новых материалов, научных разработок и исследований.

Таким образом, внедрение новых материалов имеет свои проблемные зоны – доминирование экспериментальной базы над теоретической, необходимость учета взаимного влияния технологий, производственных цепей, нахождение правильных ниш для данного материала и т.д. Однако результаты от внедрения новых материалов позволяют покрыть все затраты и перевести технологическое развитие на новый уровень. Инновационное развитие последних десятилетий почти целиком держится на внедрении новых материалов, которые повышают технико-физические параметры новых материалов. Главной особенностью внедрения материалов на базе керамики яв-

ляется наличие волнообразных ревизий технологий, которые считались несвоевременными (из-за ограничений) и которые были у других материалов. В частности, такими технологиями стали гиперзвуковые носители, развитие которых до появления и внедрения высокотемпературной керамики нового поколения было почти невозможно [Wikipedia … (эл. ист. инф.)].

Развитие инновационных систем по внедрению новых материалов может стать решающим фактором в укреплении инновационного потенциала России. Особенно это становится важным в военной сфере и стратегических отраслях. Начавшаяся гонка вооружений в области разработки и создания гиперзвуковых систем может существенно изменить военно-стратегические приоритеты. Вместе с тем развитие гражданских направлений применения композитов будет способствовать развитию внутреннего рынка и наращивания инвестиционных возможностей на перспективу. Данные программы должны включать меры по принуждению производителей, получающих государственную поддержку, инвестировать в разработки у соответствующих организаций.

Маркетинговая стратегия продвижения нанокерамики сибирской российской компанией. ЗАО «НЭВЗ-Керамикс» (г. Новосибирск) после внедрения нанотехнологий в производство керамики и выхода на проектную мощность планирует занять около 60% российского рынка изделий из технической керамики и 10% – зарубежного рынка.

На предприятии уделяется большое внимание вопросам маркетинга. Создан отдел стратегического маркетинга и развития, укомплектованный высококвалифицированными, энергичными и творческими специалистами.

Среди особенностей продукции предприятия можно отметить то, что здесь не производятся изделия для широкого потребления. Техническая керамика (изоляторы, подложки, детали для запорной арматуры) представляет собой комплектующие для изделий других производителей. Бронекерамика и медицинская керамика (биокерамика), хотя и представляют собой предметы конечного потребления, но с очень специфическим потребителем: для бронекерамики это, в первую очередь, армия, для медицинской керамики – лечебные учреждения, большей частью тоже государственные. Важной особенностью бронекерамики и медицинской керамики, связанной со спецификой их применения, является необходимость многочисленных испытаний и государственной сертификации.

◄ *Для продвижения керамической продукции выбрана стратегия «глубокого проникновения на рынок».*

Суть этой стратегии состоит, прежде всего, в усиленном использовании комплекса маркетинговых инструментов. При использовании этой стратегии возможно применение следующих методов или их комбинаций.

1. Увеличение спроса на продукт со стороны имеющихся клиентов, что можно сделать, например, обосновав новые области применения продукта, ускорив моральное устаревание продукта и т.д. Этот способ продвижения мало подходит для многих видов продукции нанокерамики, например для изоляторов, область которых ограничена определенными сферами. К тому же изоляторы, подложки и другие изделия из технической керамики относятся к средствам производства (т.е. используются в производстве других видов продукции), и поэтому спрос на них не так чувствителен к моральному устареванию. В то же время, если речь идет о бронекерамике, то сфера ее применения имеет перспективу расширения – начиная от бронежилетов и заканчивая бронетехникой и авиацией.

2. Привлечение новых потребителей, которые раньше покупали аналогичный или схожий по функциональности продукт конкурентов, например, с помощью обеспечения лучшего качества, снижения цены, мер по стимулированию сбыта, улучшению продукта и т.д. Так как производство нанокерамики само по себе ориентировано на замену традиционных материалов (таких, как металл для бронекерамики и медицинской керамики), то этот путь представляется в стратегическом плане наиболее многообещающим;

3. Привлечение новых потребителей из числа тех, кто раньше данный или аналогичный продукт не использовал, например с помощью раздачи бесплатных образцов, использования новых каналов сбыта и т.д.

Долгосрочными целями проекта производства нанокерамики являются:

- ♦ охват рынка конструкционной и функциональной керамики Российской Федерации, в основном в отраслях электроники, средств связи, электротехники, атомного, энергетического и химического машиностроения. Завоевание рынка бронекерамики для российской армии, части рынка медицинской керамики, вытеснение иностранных конкурентов;
- ♦ выход на рынки других стран с комплектующими для машиностроения и электронной промышленности.

Краткосрочными целями проекта являются:

- оптимизация технологических процессов, адаптация лабораторных технологий к промышленным условиям;
- создание промышленного производства изделий из функциональной и конструкционной нанокерамики;
- выход на крупносерийное производство изделий бронекерамики и запуск в серийное производство медицинской керамики;
- привлечение стратегического инвестора (в дополнение к Роснано и с целью последующей его замены) для кратного увеличения объема выпускаемой продукции;
- выход на рынки других стран для выполнения разовых, а затем и постоянных, заказов.

При организации сбыта имеет смысл опираться на уже полученные запросы на проведение НИОКР. Предприятие имеет свой сайт www.nevz-ceramics.com, а также публичную страницу в социальной сети – в контакте – http://vk.com/public35031196. Другой аспект построения системы сбыта – рекламная кампания в специализированных изданиях и сети Интернет, активная выставочная деятельность. Целью установления новых контактов является получение заказов на НИОКР и мелкосерийное изготовление изделий, а с другой стороны, получение сигналов рынка о потенциальных нишах и субъектах спроса.

Особенностью рынка наноструктурных керамических материалов, как уже говорилось выше, является то, что изделия служат комплектующими для приборов и машин, производителями которых являются другие фирмы. Поэтому важным аспектом сбытовой деятельности является членство в ассоциациях производителей наноструктурных материалов и работа по стандартизации изделий, установлении типовой номенклатуры изделий, согласованная ценовая политика.

Стратегия продвижения заключается в расширении географии поставок изделий России и СНГ, в создании имиджа надежного поставщика высококачественных изделий.

С учетом сложности рынка наиболее целесообразно использование следующих видов рекламных средств: публикация статей в специализированных журналах, буклеты, интернет-реклама, участие в отраслевых выставках, в том числе иностранных. Также важна персональная работа с ключевыми фигурами компаний-потребителей, представителями органов государственной власти с целью разъяснения им всех выгод и преимуществ использования нанокерамики.

Так как важнейшим реальным и потенциальным потребителем является государство или государственные либо полугосударственные структуры (для изделий бронекерамики, частично медицинской

керамики), а кроме того, многие изделия нуждаются в государственной сертификации (та же медицинская керамика и бронекерамика), то огромную важность имеет работа с государственными органами, в частности, с Министерством обороны, Министерством промышленности и торговли, Министерством здравоохранения, профильными комитетами Госдумы, региональными органами власти, участие в выработке и совершенствовании законов и нормативных актов, связанных с тематикой проекта.

◄ *Кластерный подход также может расширить возможности продвижения керамической продукции.*

Кластерный подход часто применяется в современной инновационной экономике. Кластер – это некоторое ядро, выделенное по территориальному, функциональному или технологическому признаку, которое может служить точкой роста экономики в целом или отдельного инновационного направления.

Проект создания производства нанокерамики является инновационным территориальным кластером. Его, в свою очередь, можно разделить на несколько подкластеров:

1) кластер производства технической керамики;
2) кластер бронекерамики;
3) кластер медицинской керамики;
4) кластер производства нанопорошков.

❑ *Кластер технической керамики* – это производство керамических изоляторов, керамических подложек, а также керамических элементов для запорной арматуры.

Изоляторы – уже освоенный вид продукции. Керамические изоляторы используются в вакуумной коммутационной аппаратуре (электростанции, управление потоками электроэнергии), а также в различных электротехнических приборах (например в приборах ночного видения). Использование нанотехнологий позволяет увеличить электросопротивление изоляторов, их механическую прочность и другие параметры.

ЗАО «НЭВЗ-Керамикс» производит следующие основные типы изоляторов [http://www.nevz-ceramics.com (1) (эл. ист. инф.)]:

1) изоляторы керамические для вакуумных дугогасительных камер: предназначены в качестве изоляционного материала для этих камер, которые, в свою очередь, входят в комплектацию вакуумных выключателей, выключателей нагрузок, применяемых в коммутационной аппаратуре в электрических сетях трехфазного переменного тока частотой 50 и 60 Гц;

2) изоляторы для корпусов силовых полупроводниковых приборов: предназначены для изготовления силовых полупроводниковых приборов (диодов, тиристоров) высоковольтных преобразовательных устройств;

3) изоляторы электронно-оптических преобразователей: используются в качестве электроизоляционного материала для приборов ночного видения, применяемых в Вооруженных силах; главным элементом прибора ночного видения является электронно-оптический преобразователь (ЭОП), который усиливает свет и вдобавок превращает инфракрасный свет в видимый.

Керамические подложки используются в микроэлектронике как основа, на которую наносится микросхема. Сами подложки также имеют свою электрическую схему. Отсюда ясно, что производство подложек – это передовое и высокотехнологичное производство. Нанотехнологии дают возможность улучшить механическую прочность, изоляционные свойства и характеристики теплопроводности подложек.

Области применения керамических подложек (по информации с сайта НЭВЗ-Керамикс [http://www.nevz-ceramics.com…(2) (эл. ист. инф.)]):

- производство корпусов и носителей светодиодных чипов;
- производство монолитных интегральных схем, микросборок;
- производство высоконадежных термоэлектрических элементов Пельтье;
- производство коммутационных микрополосковых плат полупроводниковых приборов;
- производство теплопроводящих изоляторов, систем охлаждения;
- производство прецизионных резисторов;
- производство толстопленочных нагревателей.

Научные учреждения и вузы, которые занимаются разработками по технической керамике в рамках проекта: Институт органической химии СО РАН (г. Новосибирск), Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН (г. Новосибирск), Томский политехнический университет (г. Томск). (В настоящее время совместно с Томским политехническим университетом разработана технология производства сырья для керамики с использованием нанопорошков.)

Основные конкуренты на российском рынке технической керамики – китайские производители. Также изделия технической керамики производятся в Германии, Японии и рядом российских производителей (в том числе родственным заводом «Светлана»).

Преимущества изделий из наноструктурированной керамики в кластере технической керамики:

- материалы обладают химической, термической и коррозионной стойкостью;
- материалы легче металла в 1,5–2 раза;
- материалы жаропрочные и износостойкие;
- технологическая возможность получения самых разнообразных форм изделий;
- материалы обладают большой плотностью, соответственно меньше пористость;
- механопрочностные характеристики материала выше, чем у традиционной технической керамики;
- материалы обладают фрикционными характеристиками, обеспечивающими длительную эксплуатацию изделия.

Кластер технической керамики, кроме развития собственно керамического производства, улучшает качество и снижает затраты в электроэнергетике, в микроэлектронике, и может дать определенный толчок экономическому развитию страны.

❑ *Кластер медицинской керамики* – это производство керамических имплантатов для позвоночника, тазобедренных, голеностопных суставов, а также зубных имплантатов. В настоящий момент такая продукция закупается за рубежом, причем в большинстве случаев (кроме зубных протезов) используются не керамические, а титановые имплантаты.

По словам исполнительного директора ЗАО «НЭВЗ-Керамикс» О.В. Медведко, металлоимплантаты обладают рядом нехороших свойств, когда миграция ионов металлов в ткани организма приводит к различным негативным последствиям в организме. Керамика, она, к счастью, обладает такими свойствами, что происходят процессы постинтеграции. То есть сращивание костной ткани и керамики. За счет этого образуется устойчивый костно-керамический блок, т.е. организм воспринимает имплантат как часть кости и не отторгает его [http://www.rusnanonet.ru…(эл. ист. инф.)].

В кластере медицинской нанокерамики участвуют (в части НИОКР и испытаний) Институт физики прочности и материаловедения СО РАН (ИФПМ СО РАН), Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН (ИХТТМ СО РАН), Томский военно-медицинский институт Министерства обороны РФ (ТВМИ МО РФ), Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии Росмедтехнологий (ФГУ НИИТО), Сибирский научно-исследовательский и испытательный центр медицинской техники

(СибНИИЦМТ), Институт неорганической химии СО РАН, Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева, Институт теоретической и прикладной механики СО РАН им. С.А. Христиановича, Новосибирский государственный технический университет (НГТУ); Новосибирский государственный университет (НГУ); Томский политехнический университет. Особенно велика роль НИИТО, в котором на момент середины мая 2013 г. проведены уже три успешные операции по установке пациентам керамических имплантатов межпозвонковых дисков.

Изделия кластера медицинской нанокерамики обладают следующими преимуществами:

- материалы обладают фрикционными характеристиками, обеспечивающими длительную эксплуатацию изделия;
- материалы имеют высокую степень адаптации к биологическим тканям;
- характер пористости материалов для замены поврежденных участков близок к поровой структуре здоровой костной ткани;
- отсутствие биохимических обменных реакций со структурами организма;
- стойкость к тепловому удару позволяет применять высокотемпературную стерилизацию изделия без потери эксплуатационных свойств;
- высокая биомеханическая совместимость материалов с костной тканью.

Кроме инвестиций в уставной капитал ЗАО «НЭВЗ-Керамикс», которые используются для всех выпускаемых и разрабатываемых видов продукции, направление медицинской керамики получило поддержку от Министерства образования и науки РФ. В 2012 г. ХК «НЭВЗ-Союз» выиграла (второй уже раз), на этот раз совместно с НГТУ, конкурс Минобрнауки на лучший совместный проект вуза и промышленного предприятия, и был утвержден комплексный проект «Разработка технологии производства керамики и керамических композитов для нового поколения изделий медицинского назначения, замещающих металлоимплантаты», по которому выделяются средства на осуществление НИОКР по направлению медицинской керамики. Также производство биокерамики поддержано Фондом Бортника.

Основные конкуренты на рынке медицинской керамики – фирмы США, Германии и Франции. Но пока главный конкурент – это производители титановых имплантатов.

Освоение производства медицинской керамики будет означать создание в России принципиально нового производства. Этот кластер имеет большую социальную значимость, так как, в связи с более

низкой ценой продукции, позволит сделать медицинские операции и установить имплантаты представителям социальных групп, которые в настоящий момент не имеют такой возможности.

❑ *Кластер бронекерамики* – это производство не только керамических плиток для бронежилетов, но и брони для бронемашин, а в перспективе – для танков и другой тяжелой техники, а также для кораблей ВМФ и авиации. Этот кластер представляет большое значение для обороны страны, и, в случае широкомасштабной замены стальной брони на керамическую, будет основой целого переворота в военном производстве, включая производство боевых машин и средств их поражения.

Согласно информации ЗАО «НЭВЗ-Керамикс» [http://www.nevz-ceramics.com (3) (эл. ист. инф.)], основные направления использования бронекерамики следующие:

1. Бронеэкипировка для личного состава. В частности, бронекерамика применяется в составе керамокомпозитных бронепанелей для экипировки личного состава, для навесных бронепанелей, применяемых в комбинации с подложкой из ряда конструкционных баллистических материалов для защиты от пуль автоматического стрелкового вооружения калибров 7,62 мм, 12,7 мм, 14,5 мм (автоматы АКМ, АК-74, снайперская винтовка СВД, пулемет Корд, пулемет КПВТ). Бронекерамика с интегрированным радиопоглощающим покрытием используется для маскировки объектов в радиолокационном диапазоне. Компания утверждает, что с использованием осваиваемой технологии возможно изготовление бронепанелей любой геометрии, вплоть до сложных аэродинамических поверхностей и обводов вертолетной и авиационной техники.

2. Защита колесной и гусеничной бронетехники.

3. Защита летающей техники – защита корпусов, кабины экипажа и двигателей патрульных и боевых вертолетов и самолетов.

4. Защита морской техники – защита жизненно важных конструкций кораблей ВМФ РФ от высокоскоростных осколков противокорабельных ракет.

Научные учреждения и вузы, участвующие в разработке технологий бронекерамики: Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН (г. Новосибирск); Научно-исследовательский институт стали (г. Москва), Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН, Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева.

Бронекерамика производится также в США, Германии, Англии рядом российских компаний. Интересы безопасности государства требуют развития в первую очередь собственного производства воен-

ной продукции. С российскими предприятиями – производителями бронекерамики предполагается создать консорциум при поддержке Министерства обороны.

В настоящий момент освоено производство бронекерамики на основе оксида алюминия, и ведется разработка бронекерамики из карбида бора. Разработка карбидной брони получила дополнительную государственную поддержку, и заключен контракт с Министерством промышленности и торговли РФ (Департамент обычных вооружений, боеприпасов и спецхимии) «Разработка экспериментальной технологии изготовления легких броневых блоков на основе отечественного карбида бора».

❑ *Кластер нанопорошков. Производство нанокерамики включает не только производство керамических изделий с использованием нанопорошков, но и производство самих нанопорошков*.

В настоящее время существует несколько определений термина «нанопорошок» (англ. nanopowder): 1) твердое порошкообразное вещество искусственного происхождения, содержащее нанообъекты, агрегаты или агломераты нанообъектов либо их смесь; 2) ансамбль наночастиц; 3) порошок, размер всех частиц которого менее 100 нм [http://thesaurus.rusnano.com (эл. ист. инф.)].

Определенное содержание наноразмерной фракции можно встретить во многих субмикронных порошках, но, как правило, это количество незначительное. Наличие такой нанодисперсной фракции не дает основания считать весь порошок «нанопорошком». Возможны отдельные случаи нанопорошков, когда субмикронные конгломераты состоят из связанных наноразмерных кристаллитов и/или блоков, но при определенном физическом воздействии (ультразвуковое диспергирование, механическое активирование и др.) могут распадаться на наночастицы.

Нанопорошки характеризуются:

- средним размером частиц и распределением частиц по размерам;
- средним размером кристаллитов и распределением кристаллитов по размерам;
- степенью агломерации частиц (слабая агломерация – связь частиц за счет взаимодействий типа «ван-дер-ваальсовых», сильное агрегирование характеризуется сильными межчастичными связями);
- удельной площадью поверхности;
- химическим составом объема частиц;
- составом по сечению для частиц ядро-оболочка;

- морфологией частиц;
- химическим составом поверхности;
- кристаллической структурой наночастиц;
- содержанием влаги и других адсорбатов;
- сыпучестью (текучестью);
- насыпной плотностью;
- цветом.

Создание производства нанокерамики требует сотрудничества промышленного предприятия с научными учреждениями. Это осуществляется в форме некоммерческого партнерства «Сибирская керамика», в которое входят холдинговая компания «НЭВЗ-Союз», научные институты и вузы – Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Институт неорганической химии СО РАН, Новосибирский государственный университет, Томский политехнический университет, Новосибирский государственный технический университет, Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии Росмедтехнологий и другие организации. В частности, в разработке технологии производства нанопорошков участвуют Томский политехнический университет, Институт физики прочности и материаловедения СО РАН (Томск), Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН (ИХТТМ), Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН (ИТПМ) и другие научные учреждения. Для построения технологического процесса производства изделий нанокерамики привлекаются и иностранные научные и научно-производственные фирмы, в частности, немецкая фирма «Фраунхофер» и испанский Институт керамики и стекла в Мадриде.

Если говорить о социальной значимости выше названных кластеров проекта производства нанокерамики с точки зрения занятости населения, то можно отметить, что в результате реализации проекта было создано около 200 новых рабочих мест и столько же планируется создать в ближайшие годы. Кроме того, реализация данного проекта позволила сохранить множество рабочих мест в ХК «НЭВЗ-Союз» и научных организациях, которые были бы неизбежно потеряны, либо повысить заработную плату на этих местах.

Итак, мы можем видеть, что кластер нанокерамики и его «подкластеры» представляют собой точки роста, которые дают толчок развитию науки, производства в различных сферах, способствуют повышению обороноспособности страны и улучшению здоровья ее населения.

6.3. ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОЕ ПАРТНЕРСТВО И РЕАЛИЗАЦИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ (НА ПРИМЕРЕ НАНОКЕРАМИКИ)

Проблемы ГЧП в проекте создания производства нанокерамики. Как показали первые годы реализации проекта нанокерамики в Новосибирске, проблемы государственно-частного партнерства (ГЧП) могут быть разделены на несколько групп:

во-первых, это проблемы, связанные с общими трудностями развития высокотехнологичного инновационного производства в России в настоящее время;

во-вторых, это проблемы организации взаимодействия различных сторон субъектов, образующих партнерство внутри самого ГЧП;

в-третьих, это особенности процесса освоения продукции нанокерамики существующими производствами.

К проблемам общего характера относится, прежде всего, разрушение индустриальной и научно-исследовательской базы в стране. За 20 лет производство в России деградировало, в то же время в целом в мире технологии развиваются, что ведет к нарастающему отставанию России не только от «старых» развитых стран, но и от многих новых центров промышленного развития. Одновременно с разрушением промышленности в 1990-х годах и последующей технологической стагнацией произошло и соответствующее изменение состояния образования и структуры рабочей силы. Налицо острый дефицит квалифицированных рабочих, инженеров, управленцев-производственников. Ситуация в науке несколько лучше, так как Академия наук как самостоятельная общероссийская организация, получающая государственное финансирование, имела некоторые возможности для сохранения кадров и научных заделов. Но в отсутствии возможности их применения внутри страны, без кооперации науки с промышленностью научные институты также сильно стагнируют.

Кроме того, развитие инновационного производства в России в современных условиях сталкивается уже с новыми проблемами:

1. Практически по всем возможным направлениям разработки новых технологических решений на открытом для России глобальном мировом рынке российские производители новой продукции обнаруживают иностранных конкурентов – гигантские корпорации, занимающие доминирующее положение в отрасли, и зачастую пользующиеся поддержкой своего государства.

2. Усиливающаяся стагнация промышленности в России фактически определяет отсутствие внутреннего спроса на высокотехнологичную продукцию в сфере производства средств производства.

3. Большие затраты на создание новых высокотехнологичных производств в сочетании с большими рисками делают разработку, а главное, освоение новых технологий непривлекательными для частных инвесторов.

4. Отсутствие в современной России крупномасштабной государственной политики по реиндустриализации и развитию высоких технологий.

Перечисленные трудности при разработке и освоении высокотехнологичных производств существуют во всех развитых экономиках. Только масштабная государственная поддержка технологической перестройки позволяет осуществлять реальные преобразования производства в частном секторе. Имеется большой фактический материал, который свидетельствует об участи США, Великобритании, Германии в осуществлении государственной научно-технической политики в современной рыночной экономике.

Очевидно, что добиться перелома в инновационном развитии возможно только с помощью масштабных государственных инвестиций. Надо отметить положительную роль, которую играют здесь различные государственные программы, в том числе и программы ОАО «Роснано».

Однако эффективность этих программ по ряду причин тормозится. В первую очередь, это отсутствие госзаказа или иных мер для обеспечения спроса на инновационную продукцию. Предоставляя в некоторых случаях средства для инноваций, зачастую на весьма жестких условиях, государственные программы не решают вопроса о реализации произведенной продукции, а спрос на такую продукцию в России, как уже было сказано, в настоящее время не велик и стихийно вряд ли возникнет.

В то же время в стране имеются возможности для развития инновационной промышленности, сокращения и преодоления отставания в индустриальной и научно-технической сфере. К таким возможностям можно отнести:

- сохранившуюся в определенной степени, как уже было сказано, научную и образовательную базу;
- сохранившиеся в отдельных сферах элементы советской индустриальной мощи, например в сфере космических технологий, производстве вооружений, энергетике, в том числе атомной;
- большие доходы от экспорта природных ресурсов – нефти и газа, а также черных и цветных металлов.

С учетом этих факторов в 2011 г. Правительством РФ утверждена «Стратегия инновационного развития Российской Федерации до 2020 года».

В данной Стратегии рассматриваются три возможных варианта инновационного развития:

▪ Вариант инерционного (ориентированного на импорт) технологического развития, предполагающий сохранение существующей структуры экономики.

▪ Вариант догоняющего развития – импорт технологий и оснащение ими собственного производства. Многие страны в ходе индустриализации использовали этот вариант (СССР – в 1930-х годах, США – в XIX веке, Китай – в XX и XXI веках и т.д.), но такой вариант наряду с преимуществами (использование уже готовых и отработанных технологий) имеет свои недостатки (нашей стране будут продавать технологии, скорей всего, уже начинающие устаревать, возникнет зависимость от поставщика технологий, необходимость жестко конкурировать с уже существующими производителями этой же продукции на этих же технологиях).

▪ Вариант достижения лидерства в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях. Этот вариант самый желательный, но и самый затратный.

В Стратегии делается вывод, что для России оптимальным было бы сочетание второго и третьего варианта – лидерства в ряде отраслей при догоняющем развитии в остальных отраслях. Среди отраслей, в которых Россия может претендовать на лидерство, перечислены: производство авиакосмической техники, композитных материалов, разработка и применение нанотехнологий, биомедицинских технологий, программного обеспечения, а также атомная и водородная энергетика. Такой вывод можно признать правильным.

В то же время, несмотря на создание ряда государственных программ и фондов, правительством до сих пор реально не осуществляются необходимые вложения в развитие высокотехнологичного производства и разработок. В частности, сверхдоходы бюджета от экспорта нефти и газа, которые могли бы использоваться на инвестиции, хранятся в так называемом Резервном фонде и Фонде национального благосостояния в иностранной валюте и европейских и американских ценных бумагах (по данным на 1 февраля 2013 г. – 86,2 млрд долл. в Резервном фонде и 89 млрд долл. – в Фонде национального благосостояния). Было бы целесообразно использовать эти средства, или часть их, на инновационное развитие, а также аккумулировать для этой цели сверхдоходы частного бизнеса от экспорта сырья, причем не только нефти и газа, но и черных и цветных металлов, древесины и т.д.

Важным инструментом государственной инновационной политики выступает ОАО «Роснано», которое является одним из главных участников ГЧП по производству нанокерамики в Новосибирске. В последнее время деятельность «Роснано» подвергается острой критике. В частности, по результатам проверки Счетной палатой, обнаружено невыполнение показателей по коммерческой эффективности большинства проектов, недоказанность во многих случаях их связи с нанотехнологиями, сомнительные вложения средств, завышенные расходы на содержание самой компании «Роснано» [http://izh.kp.ru/daily… (эл. ист. инф.)].

Как представляется, выбор «Роснано» многими авторами как чуть ли не основного объекта критики не совсем удачен. Скорей всего, эта государственная организация не свободна от всех тех проблем, которые есть в целом у аппарата государственного управления в РФ. Тем не менее, в отличие от многих других структур, деятельность «Роснано» приносит и пользу. По крайней мере, часть средств действительно выделяется на финансирование реального производства высоких технологий. То, что не достигаются заданные нормативы экономической эффективности, это, скорее, результат ошибочной первоначальной официальной стратегии, определенной при создании «Роснано», ориентированной на финансирование только «коммерчески эффективных проектов». Но создание принципиально новых технологий требует больших затрат и в большинстве случаев не приносит быстрой прибыли, зато риск неудачи таких проектов всегда очень велик, даже независимо от доброй или злой воли руководства («Роснано» или кого-либо другого). Даже в СССР нельзя было гарантировать удачный результат каждого инновационного проекта, а в современной России, как уже говорилось, нет условий для коммерчески эффективного развития высокотехнологичного инновационного производства.

Существенный недостаток государственной инвестиционной политики, реализуемой, в частности, через «Роснано» и другие структуры – отсутствие поддержки предприятий, применяющих нанотехнологии на этапе выхода продукта на рынок. Поэтому многие продукты, которые удалось разработать и произвести, не находят рыночного спроса. Причем это может быть совсем не потому, что данная продукция объективно бесполезна и не нужна, она может быть очень полезна и перспективна. Но вывод на рынок нового продукта, даже самого прогрессивного, который может кардинально изменить технологии производства других продуктов и жизнь людей, сталкивается с консерватизмом потребителей, проигрывает в конкуренции с традиционными товарами, так как такой продукт вначале часто имеет довольно

высокую стоимость. К тому, как уже говорилось, в России в связи с тяжелым положением промышленности, нет достаточного спроса на инновационные товары в сфере производства средств производства. Поэтому целесообразно было бы дополнить финансовую поддержку инноваций определенной гарантией спроса на инновационную продукцию, путем государственного заказа.

Что касается организации ГЧП проекта производства нанокерамики в Новосибирской области на базе «НЭВЗ-Керамикс», то здесь надо отметить следующие проблемы.

Это, во-первых, проблема замещения «Роснано» другим партнером. «Роснано», по условиям инвестиционного соглашения, должно выйти из проекта в 2017 г., получив при этом соответствующую долю стоимости предприятия «НЭВЗ-Керамикс», но не менее суммы первоначальных вложений 590 млн руб. с определенным процентом доходности. Учитывая сложную ситуацию с развитием инновационного производства в России и опираясь на опыт других проектов «Роснано», можно предполагать, что к этому времени проект вряд ли достигнет такого уровеня рентабельности, чтобы можно было из собственных средств выплатить «Роснано» положенную сумму. Потребуется привлечение кредитных ресурсов, а такую кредитную нагрузку проект тоже не выдержит. Поэтому стоит задача – найти нового стратегического инвестора, который выкупил бы долю «Роснано». Но, как было показано выше, для частного бизнеса участие в инновационных проектах, связанных с риском, в большинстве случаев малопривлекательно. В качестве варианта можно предложить либо продление участия «Роснано» (тем более, что сейчас эта организация как раз пересматривает приоритеты своей инвестиционной политики), либо оказание государством в лице федеральных органов власти содействия в поиске нового стратегического партнера.

Во-вторых, это проблема более активного участия в проекте научных институтов и вузов – членов некоммерческого партнерства «Сибирская керамика», и формализация, если так можно сказать, их роли в ГЧП. Дело в том, что два вуза – Новосибирский государственный технический университет и Томский политехнический университет – участвуют в ГЧП в рамках договоров с Министерством образования и науки РФ. Остальные научно-исследовательские институты и вузы участвуют в ГЧП в рамках двусторонних соглашений с ЗАО «НЭВЗ-Керамикс» или с другими участниками. Такая ситуация, на наш взгляд, не дает им возможности превратиться в полноправных участников ГЧП и ограничивает их вклад в развитие проекта.

В-третьих, принятие федерального закона о ГЧП даст возможность пересмотреть юридическую сторону проекта и оформить ГЧП, которое сейчас существует как совокупность нескольких проектов и договор различных государственных структур с ХК «НЭВЗ-Союз» и с «НЭВЗ-Керамикс», уже как юридическое целое. Новое Соглашение облегчит получение налоговых и прочих льгот, а также повысит популярность и репутацию проекта в обществе.

Если говорить о конкретных особенностях производства нанокерамики, то надо подчеркнуть важность задачи подготовки квалифицированных кадров. «НЭВЗ-Керамикс» при поддержке «Роснано» осуществляет подготовку кадров в различных новосибирских вузах, а также за границей, организована как переподготовка работающих специалистов, так и обучение студентов за счет предприятия с последующим трудоустройством на предприятии. Необходимо отметить не только важность для производства, но и социальную значимость такого подхода.

Вместе с тем проблема с кадрами как специалистов, так и рабочих стоит весьма остро. Было бы целесообразно организовать в новосибирских вузах специальные профили обучения по специализации «наноструктурированная керамика», а также обучение рабочих для производства нанокерамики в технических училищах по профессиям прессовщик керамики, обжигальщик, заготовитель порошков, контролер и др.

Сочетание государственной политики в развитии инновационного производства, сбалансированной структуры ГЧП и принятия правильных управленческих решений – это то, что необходимо для эффективной реализации любого государственно-частного партнерства, в том числе и ГЧП проекта создания производства нанокерамики.

Государственно-частное партнерство: оценка паритетности взаимодействия участников инновационных проектов

◄ *Постановка проблемы оценки паритетности при организации ГЧП*

В литературе приводится несколько подходов, в которых излагается суть и цели организации государственно-частного партнерства. В широком смысле государственно-частное партнерство понимается как система отношений государства и бизнеса, которая широко используется в качестве инструмента национального, международного, регионального, городского, муниципального экономического и социального развития. В узком смысле механизм ГЧП применяется для реализации конкретных проектов, реализуемых совместно государственными органами и частными компаниями на объектах государственной и муниципальной собственности.

В частности, в партнерствах, которые создаются на основе объединения ресурсов участников для организации хозяйственной деятельности в рамках инновационного проекта, предполагается, что ими будет совместно разработан критерий справедливого вознаграждения участника партнерства по результатам реализации совместного проекта ГЧП в научно-инновационной сфере.

Результат реализации проекта может быть представлен в качественном и количественном виде. Так, широко известны методики проектного анализа и составления бизнес-планов для оценки результата проекта. Соответствующие зарубежные методики проектного анализа разрабатываются банками развития и международными финансовыми организациями, прежде всего Всемирным банком [A Guide… 2000] и организациями Европейского сообщества [Jenkins, Harberger, 2001]. Среди отечественных методик до сих пор основными являются «Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов» [Методические рекомендации…, 2000], предусматривающие оценку коммерческой и общественной эффективности. Оценка многих проектов ГЧП регламентируется методиками Инвестиционного фонда, требующими проведения одновременного анализа и финансовой, и экономической эффективности, а также сравнения показателей с государственной поддержкой и без нее. В том числе может быть рассчитана бюджетная эффективность проекта как результат, интересующий государство в качестве участника ГЧП. Применение этих методов объясняется настоятельной необходимостью оценки проектов, реализующихся в частном секторе, но требующих государственной поддержки с использованием механизмов стимулирования участия частного бизнеса в реализации общественно значимых проектов.

Таким образом, в проектном анализе широко применяются методики оценки финансового и экономического эффекта проекта в целом, а также эффективности участия в проекте каждого из участников.

Современные методы оценки эффективности инвестиционных проектов ГЧП акцентируют внимание на партнерстве участников, включая в качестве составных частей методики анализа как финансовой (коммерческой), так и экономической (общественной) эффективности, учитывающей интересы общества в целом. Однако в явном виде в известных методиках не ставилась задача оценки паритетности участия разных экономических агентов, что является целью написания данного раздела главы.

Под термином агентской (субъектной, локальной) эффективности мы понимаем расчетную величину экономического эффекта конкретного участника инновационного проекта. Поскольку движение финансо-

вых потоков, объем вложения средств у партнеров различается, то величина агентской эффективности не совпадает с количественной оценкой финансового эффекта по проекту в целом. Складывается ситуация, когда, с одной стороны, инновационный проект не может быть реализован без партнерства, т.е. без объединения денежных, материальных и нематериальных вложений экономических агентов. С другой стороны, участники рассчитывают на равноправный характер участия, что является одним из признаков партнерства. Мотивация для участия в проекте во многом зависит от трактовок равноправия и справедливости в получении вознаграждения при участии в проекте. В настоящее время эти категории еще только формируются, и имеются фрагментарные представления о достижении согласия (консенсуса) по поводу способов распределения полученных доходов от реализации инновационных проектов в отдельных странах.

В общем контексте опубликованных работ «равные права» означают, что существует механизм формирования условий для организации и реализации проекта и справедливого распределения его результатов и рисков между участниками проекта. В частности, один из механизмов распределения дохода предполагает, что партнерство носит паритетный (равноправный) характер, если распределение эффекта (чистого дохода или убытка) и соответствующих рисков проекта осуществляется пропорционально вложенным средствам [Зверев, Унтура, 2002].

В других подходах, равноправность трактуется как достижение компромиссного соглашения между участниками, когда задается критерий пропорции вложения государственных средств и средств корпоративных участников, без чего не было возможно вообще начать реализацию проекта [Евсеенко, Шмагирев, 2012(а); Евсеенко, Унтура, 2007]. Далее эффект для каждого агента измеряется в тех показателях, которые соответствуют реализации его целей. В частности, предполагается, что будет справедливо, если никто из участников не останется в проигрыше. Для государства – это получение налогов, создание новых рабочих мест, развитие новых направлений НТП, ускорение инновационного развития страны или отдельной отрасли, региона, повышение обороноспособности страны и национальной безопасности. Другие участники также получат эффект, рассчитав целевые показатели успешности проекта с учетом участия собственного и заемного капитала при его реализации.

В ходе согласования решений по заключению контрактов и утверждению договоров о реализации проекта, в частности государством в лице структур, распоряжающихся бюджетными средствами, могут оговариваться и даже достаточно жестко выставляться опреде-

ленные условия. Так, для ФЦП различного уровня введены некоторые начальные финансовые условия для организации совместно проекта. Например, в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2012 годы» Минобрнауки России планирует поддержать развитие технологических платформ, формируя тематику НИОКР по инициативе производственных организаций. Объем бюджетного финансирования предполагается на уровне 5 млрд руб. в год с паритетным софинансированием со стороны бизнеса. Новые подходы позволят существенно улучшить инновационные процессы.

Предполагается, что в 2011–2013 гг. доля внебюджетного софинансирования почти вдвое вырастет, составив 62,3% против 30–32% по сравнению с 2007–2009 гг. Мероприятия, требовавшие максимальных вложений бизнеса в программы, такие как «Реализации важнейших инновационных проектов государственного значения», «Осуществление проектов коммерциализации технологий по тематике, предлагаемой бизнес-сообществом» – весь блок «Коммерциализация технологий» свернут. «Как показывает практика, на таких условиях (требуемые внебюджетные средства больше бюджетных средств) практически нет желающих из бизнеса» – сообщил Геннадий Шепелев[1] [STRF.ru (эл. ист. инф.)].

Назовем следующие основные мероприятия, сохраненные в новом цикле ФЦП по исследовательскому и технологическому блокам, в которых финансовые условия участия и государственной поддержки заметно различаются.

1. Проведение проблемно ориентированных поисковых исследований и создание научно-технического задела по одному из приоритетных направлений. В таких контрактах предполагается:

– финансирование до 20 млн руб. на проект (до 10 млн руб. на два года);
– привлечение внебюджетных средств не менее 15% от объема бюджетных средств.

2. Осуществление комплексных проектов, в том числе разработка конкурентоспособных технологий, предназначенных для последующей коммерциализации. В таких контрактах предполагается:

– фиксирование в госконтракте обязательств исполнителей по вовлечению результатов исследований в хозяйственный оборот;

[1] Круглый стол «ФЦП «Исследования и разработки» – посткризисный этап реализации Программы» (состоялся в зале Коллегии Министерства образования и науки РФ 11 февраля 2011 г.).

– финансирование от 30 до 100 млн руб. в год, срок реализации 2–3 года;
– привлечение внебюджетных средств не менее 100% от объема бюджетных средств.

3. Проведение опытно-конструкторских и опытно-технологических работ по тематике, предлагаемой бизнес-сообществом. В таких контрактах предполагается:
– применение комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства;
– финансирование одного проекта до 150 млн руб. (до 50 млн руб. на 3 года); привлечение внебюджетных средств не менее 100% от объема бюджетных средств.

Министерство заключает с победителем соглашение, по которому тот обязуется в течение пяти лет после окончания работ сообщать об объемах выпускаемой продукции, разработанной в рамках контракта. Компания, вышедшая с предложением провести конкурс по нужной тематике, получает одно место в конкурсной комиссии и может влиять на выбор исполнителя. При этом софинансировать работу выигравшего научного партнера бизнесу необязательно – достаточно вложиться в создание производства. А все государственные деньги направляются научной организации-исполнителю ОКР. Однако при этом не оговаривается, что государство будет участвовать в долях от дохода, полученного от реализации произведенной продукции, созданной на основе научной тематики, которая была поддержана по предложению бизнес-сообщества. При этом осуществляется оценка бюджетной эффективности реализации проектов в целом по программе ФЦП.

Эффективность программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2012 годы», по оценкам Минобранауки России, достаточно высока. Если упрощенно принять, что в объеме производства примерно 20% составляют налоги в бюджеты разных уровней, а объем производства в рамках проектов ФЦП в 2010 г. составил около 40 млрд руб., то налоги составляют около 8 млрд руб., что превышает средства финансирования, выделенного в 2010 г., т.е. программа оказалась полностью окупаема. Кроме того, один из показателей конкурентоспособности, который закладывался в программу, объем экспорта высокотехнологической продукции в 2010 г., составил 7,5 млрд рублей (при плане 5–6 млрд руб.). По отношению к 2009 г., когда этот показатель был 2,34 млрд руб., рост оказался почти трехкратным.

В настоящее время Правительство – и, в частности, Минобрнауки России, реализующее крупные научно-технические ФЦП, – планирует переходить к долгосрочным программам, имеющим государственное значение. Пока их неформально называют «Государственные целевые программы». Формируются новые взгляды и новые правила взаимоотношений между заказчиком (в данном случае это Минобрнауки) и исполнителем (научными организациями, компаниями и всеми, кто по законодательству о госзакупках имеет право участвовать в этой программе). Еще больше проблемы паритетности волнуют частного инвестора и влияют на мотивацию участия в ГЧП.

◄ *Имитационная институционально-финансовая модель инновационного проекта и традиционные показатели эффективности участия в проектах ГЧП*

Показатели эффективности ГЧП для различных участников инновационного проекта могут определяться на основе их денежных потоков, включенных в определенную систему денежных потоков проекта [Новикова, 2005]. Показатели эффективности подразделяются на три основных раздела:

1) оценка финансовой эффективности (ФЭ) с государственной поддержкой;

2) оценка ФЭ без государственной поддержки;

3) оценка экономической эффективности (ЭЭ).

Каждый раздел включает две составные части, связанные с оценкой эффективности проекта в целом и оценкой эффективности участия в проекте для каждого отдельного участника проекта (соответственно, оценку экономического потенциала, возникающего за счет реализации проекта, и механизма реализации этого потенциала, определяемого выбором источников финансирования проекта).

В методиках проектного анализа основное внимание уделяется анализу эффективности проекта в целом. Однако для обоснования целесообразности применения механизма ГЧП во всех трех разделах актуальна оценка эффективности участия в проекте – агентской (субъектной) эффективности (в терминологии авторов).

Для расчета каждого вида эффективности проекта формируется денежный поток. В предлагаемой модели осуществляется взаимосвязь этих потоков, а затем рассчитывается соответствующая система показателей эффективности участия агентов в ГЧП, характеризующая механизм реализации инновационного проекта.

Рассмотрим сначала денежный поток инновационного проекта для оценки ФЭ при предоставлении ему государственной поддержки. Он включает выгоды B_t (выручку X_t и ликвидационную стоимость L_t) и

затраты C_t (капитальные I_t и текущие, в том числе материальные M_t, и прочие W_t, , а также налоги T_t (в том числе налог на прибыль, налог на имущество, земельный налог, выплаты в бюджет налога на добавленную стоимость). К прочим текущим затратам относится заработная плата, общепроизводственные, общехозяйственные и коммерческие издержки в каждый момент времени *t*.

Сальдо денежного потока проекта в целом (CF_t^F) в году *t*, на основе которого рассчитывается ФЭ, представлено в формуле (1)

$$CF_t^F = B_t - C_t = X_t + L_t - M_t - W_t - T_t - I_t. \quad (1)$$

Денежные потоки проекта в варианте с предоставлением государственной поддержки служат информационной основой для агентов, которые должны подтвердить свое согласие на участие в проекте. Расчеты в данном варианте проводятся с целью оценки заинтересованности частных участников в реализации проекта в более благоприятной для них ситуации по сравнению с отсутствием поддержки. В варианте с господдержкой учитывается только часть денежных потоков, воспринимаемых частными агентами как их собственные выгоды и затраты. Другая часть денежных потоков как бы выводится за рамки проекта и непосредственно связывается с государственным участием. Как правило, к ним относятся капитальные затраты на строительство инфраструктурных объектов и проведение научных исследований и разработок, ориентированных на коммерциализацию инноваций, а также дополнительные налоговые платежи в ситуации без налоговых льгот. В ситуации без предоставления господдержки денежный поток проекта в целом включает названные дополнительные затраты, и агенты должны оценить, как изменится их заинтересованность в реализации проекта, если они будут все эти затраты нести самостоятельно.

За счет предоставления поддержки проекту государство выступает в качестве специфического участника ГЧП, который представляет интересы всей совокупности частных агентов в обществе, включая находящиеся за рамками проекта. Понятие партнерства при этом существенно расширяется. *Прямая поддержка* включает безвозмездное финансирование части затрат проекта из бюджетов различных уровней, грантов, специальных фондов. *Косвенная поддержка* включает налоговые льготы, предоставление особого режима списания затрат на НИОКР и других специальных благоприятных условий реализации инновационной деятельности.

Без предоставления господдержки затраты проекта в целом и отдельных участников возрастают, а ФЭ проекта и участия в проекте снижается. Вариант проекта без предоставления господдержки является более общим и обычно используется для характеристики проекта при его обсуждении, поскольку учитывает более широкий спектр проектных затрат и способов их финансирования. Главное отличие двух вариантов ФЭ заключается в оценке участия в проекте в условиях с господдержкой и без нее и обосновании экономических стимулов по привлечению частных инвесторов к совместному финансированию проекта, а также в анализе необходимых институциональных изменений, необходимых для успешной реализации инновационного проекта.

Наиболее полно выгоды и затраты по проекту учитываются в рамках анализа ЭЭ проекта. Денежный поток по проекту в целом для ЭЭ рассчитывается за счет корректировки денежных потоков в каждый момент времени (год), полученных из варианта ФЭ без поддержки, с учетом трех групп эффектов: налоговых, косвенных и внешних. Государственная поддержка необходима для проектов, характеризующихся сочетанием низких показателей финансовой эффективности в варианте без поддержки и высоких показателей экономической эффективности.

Предлагаем использовать следующую типологию участников проекта.

Во-первых, это государство, которое представлено субъектами, предоставляющими или получающими денежные средства на безвозмездной основе. Их суммарный денежный поток учитывается с номером 1.

Во-вторых, предприятия, осуществляющие проект (инициаторы, заказчики), которые учитываются с номером 2. Одновременно они могут принимать участие в финансировании инвестиций за счет собственного капитала (не только акционерного капитала, но и накопленного сальдо денежных средств). Основной приток денежных средств для собственного капитала обычно связан с сальдо денежного потока для финансового планирования, а также получаемых дивидендов.

В-третьих, другие частные инвесторы, денежные потоки которых рассчитываются для каждого вида частного финансирования (прежде всего венчурного и банковского капитала). При этом для каждого *s*-го инвестора предоставление финансовых ресурсов по соответствующему источнику финансирования в период времени *t* сначала (обычно на инвестиционном этапе) приводит к оттоку денежных средств в его денежном потоке в размере C_t^S, но со временем (обычно на

эксплуатационном этапе) в нем появляются притоки денежных средств от финансовой деятельности, которые включаются в состав выгод B_t^S. Одновременно все эти выгоды и затраты отдельных участников с противоположным знаком учитываются в денежном потоке для финансового планирования в соответствующий временной период.

Взаимосвязь эффективности проекта и эффективности участия в проекте в рамках финансового анализа можно представить следующим соотношением денежных потоков:

$$CF_t^F = \sum_{s=2}^{S} CF_{ts}^F, \qquad (2)$$

где CF_{ts}^F – сальдо денежных потоков *s*–го частного участника проекта в рамках анализа ФЭ в году *t* в условиях предоставления государственной поддержки. В левой части соотношения представлены показатели для расчета соответствующей эффективности проекта, а в правой части – эффективности участия в проекте. Данное соотношение определяет основу рыночного взаимодействия частных участников ГЧП в институциональных рамках инвестиционного проекта, выступающего в форме взаимодействия их денежных потоков. Аналогичные соотношения выполняются для каждого из трех разделов оценки эффективности инновационного проекта, однако состав выгод и затрат в денежных потоках проектов и соответствующий круг участников ГЧП различается.

При различных схемах финансирования получаемые результаты реализации проекта в целом, представленные в левой части формулы (2), могут по-разному перераспределяться между частными агентами, обеспечивая приемлемые результаты для каждого из них и соответствующую мотивированность в осуществлении проекта. Перераспределительный характер денежных потоков от финансовой деятельности в правой части формулы (2) возникает за счет суммирования, с одной стороны, потоков второй группы участников с учетом сальдо финансового плана в составе выгод, с другой стороны, потоков третьей группы участников, каждый из которых учитывается в этом сальдо с противоположным знаком.

На основе формирования потоков денежных средств различных участников ГЧП можно рассчитать показатели агентской эффективности участия в проекте. В проектном анализе наиболее широкий спектр показателей эффективности обычно рассчитывается для оценки эффективности проекта. Соответствующая традиционная система показателей включает чистый дисконтированный доход (ЧДД), внутрен-

нюю норму доходности, срок окупаемости, индекс доходности. Иногда дополнительно рассчитывают соотношение ЧДД и инвестиций, соотношение прироста выпуска продукции к бюджетным инвестициям [Государственно-частное партнерство…, 2010]. Соотношение показателей ЧДД, применяемых для оценки эффективности проекта и эффективности участия в проекте, представляет собой конкретизацию рассмотренного соотношения соответствующих денежных потоков:

$$NPV^F = \sum_{s=2}^{S} NPV_s^F, \quad (3)$$

где NPV^F – ЧДД, характеризующий ФЭ проекта и возникающий при реализации инвестиционного проекта в варианте с государственной поддержкой, а NPV_s^F – *ЧДД*, получаемый *s*-м частным участником в результате реализации проекта в варианте с государственной поддержкой.

Аналогичное соотношение выполняется и в рамках экономического анализа:

$$NPV^E = \sum_{s=1}^{S} NPV_s^E, \quad (4)$$

Где NPV^E – ЧДД, характеризующий ЭЭ проекта, а NPV_s^E – *ЧДД*, получаемый *s*-м частным участником в результате реализации проекта в рамках экономического анализа. Состав участников, рассматриваемый в анализе ЭЭ, значительно шире, наряду с государством он включает и других частных агентов, а значения выгод и затрат даже для одинаковых участников различаются.

Для эффективных проектов обеспечивается положительное значение чистого дисконтированного дохода, представленное в левой части соотношения. Соответственно определяется материальная основа последующего распределения получаемого эффекта между различными участниками. Успешное осуществление эффективного проекта за счет механизма ГЧП зависит от выбора определенной схемы финансирования проекта, обеспечивающей заинтересованность в его реализации каждым частным участником (при отсутствии провалов рынка). Для показателя ЧДД таким условием является неотрицательность ЧДД всех участников, т.е. для любого *s*-го участника проекта (другими словами, Парето-улучшения в результате реализации проекта):

$$NPV_s \geq 0. \quad (5)$$

Для показателя внутренней нормы доходности в качестве аналогичного условия выступает превышение нормального уровня доходности, для показателя индекса доходности – превышение единицы. С формальной точки зрения осуществление эффективных проектов может сопровождаться ухудшением положения отдельных участников (для которых, например, $NPV_s < 0$), однако такой механизм противоречит их рациональному поведению.

◄ *Пример практической апробации модели для проекта «Производство нанокерамики»*

Проект производства нанокерамики является инновационным проектом, реализуемым в форме ГЧП. На базе фундаментальных разработок в области наноматериалов, в частности нанокерамики, уже стала достаточно очевидна возможность развития нескольких инновационных кластеров, биокерамики, бронекерамики и др. [Евсеенко, Шмагирев, 2012(а)]. Структура инвестиций в сумме 1 905 млн руб. по проекту «Производство нанокерамики» демонстрирует особые, типичные для инновационных проектов, элементы затрат: НИОКР (2% от общих инвестиций); образовательные программы (8%), покупка патентов и лицензий (5%) (рис. 6.4, 6.5).

Высокая коммерческая эффективность проекта ($ЧДД_{проекта}$=384 409 тыс. руб. при r=10%) обусловлена инновационным характером проекта и использованием «прорывных» технологических решений, которые обеспечивают конкурентоспособность выпускаемой продукции не только на российском рынке, но и на зарубежном.

В проекте «Производство нанокерамики» выделены следующие основные группы участников:

- государство – Минобрнаука РФ, Правительство Новосибирской области.
- предприятие, осуществляющее проект (заказчик, инициатор проекта) – ЗАО «НЭВЗ-Керамикс»;
- частные инвесторы – ОАО «Роснано», ОАО «НЭВЗ-союз» и банк, обеспечивающие финансирование проекта.
- группа экономических субъектов (участие «третьих лиц» [Системная оценка…, 2010]), выгоды и затраты которых проявляются в рамках экономического анализа[1].

[1] Институт теоретической и прикладной механики СО РАН; Институт химии твердого тела и механохимии СОРАН; Институт гидродинамики СОРАН; Институт неорганической химии СОРАН; НГУ; НГТУ; Томский военно-медицинский институт; Институт физики прочности и материаловедения СОРАН (г. Томск); ЗАО «Мета»; ООО «Международный научный центр теплофизики и энергетики»; ЗАО «СибНИИЦМТ»; ФГУ ННИИТО; «Новосибирский областной фонд поддержки науки и инновационного развития».

Основа взаимодействия участников формируется в процессе закрепления прав собственности на результаты реализации инновационного проекта. Финансирование проекта «Производство нанокерамики» со стороны ОАО «Роснано» осуществляется по трем направлениям:

1) траншевый механизм прямого акционерного финансирования;

2) долгосрочный кредит (на 5 лет) с фиксированными процентными платежами;

3) образовательный грант на сумму 5 млн руб. для подготовки квалифицированных рабочих кадров.

Принцип софинансирования, предъявляемый к проектам для поддержки со стороны ОАО «Роснано», реализуется с участием предприятия ОАО «НЭВЗ-союз», которое является управляющей компанией ХК «НЭВЗ-союз». Вклад ОАО «НЭВЗ-союз» осуществляется в материально-вещественной форме в виде предоставления земельного участка, производственных площадей и оборудования по результатам независимой оценки альтернативной стоимости передаваемого имущества.

Краткосрочный банковский кредит в размере 30 млн руб. привлекается для покрытия потребности в оборотном капитале в 2012 г.

Государство занимает особое место среди участников проекта «Производство нанокерамики», и наличие бюджетного финансирования, в силу значимости исследований в наноиндустрии для российской экономики, является одной из особенностей данного проекта. Важность социопсихологических факторов в инновационной сфере, которые придают новое в*и*дение концепции государственных финансов, обусловливает участие государства в инновационном процессе не только как инвестора, но и как стратегического партнера бизнеса, создающего благоприятные институциональные условия реализации проектов [Congdon и др., 2011].

Участие государства в проекте «Производство нанокерамики» осуществляется в форме прямой и косвенной господдержки:

- прямое бюджетное финансирование в рамках образовательного гранта Минобрнауки РФ и внутренней целевой программы Правительства Новосибирской области;
- снижение платежей до 2017 г. по налогу на имущество в бюджет Новосибирской области;
- применение повышенного коэффициента списания НИОКР (k=1,5) для приоритетных областей исследования[1].

[1] Постановление Правительства РФ от 24.12.2008 № 988 (ред. от 06.02.2012).

Роль государства как крупного институционального участника (прежде всего, осуществляя фискальные функции) обуславливает значительную бюджетную эффективность, равную 867 218 тыс. руб. (при r =10%).

Несмотря на то что абсолютные показатели демонстрируют выгодность участия в проекте, так как каждый из участников получает положительный ЧДД, показатели структурного распределения выгод и затрат по проекту между его участниками характеризуют различия в соотношении затрат и результатов данного партнерства для основных участников ГЧП.

В рамках сложившегося финансового механизма реализации проекта «Производство нанокерамики» только государству удается понесенные затраты (7,7% от общих дисконтированных затрат по проекту) по структуре перекрыть полученными выгодами (32,4% от общих дисконтированных выгод по проекту). Для частных инвесторов соотношение выгод и затрат по проекту характеризуется структурным смещением в сторону затрат (рис. 6.6, 6.7).

Диспропорция в распределении чистого дохода, генерируемого проектом, между его участниками обусловлена первоначальным соотношением сумм выгод и затрат, закрепленные договорными условиями и существующими институциональными условиями в РФ взаимодействия участников проекта, и разновременностью их осуществления.

Агенты обременены затратами по проекту в значительно бо́льшей степени, нежели государство. При этом чем выше степень взаимосвязи договорных условий с рентабельностью проекта, тем меньше разрыв между выгодами и затратами для участника. Наибольший указанный разрыв среди частных участников наблюдается для банка, чьи условия взаимодействия носят краткосрочный характер с фиксированными процентными платежами. Соотношение выгод и затрат между двумя ключевыми участниками проекта – ОАО «Роснано» и ХК «НЭВЗ-союз», чистый доход которых непосредственно связан с положительными результатами проекта, является более сбалансированным (рис. 6.8, 6.9).

Таким образом, диверсификация источников финансирования проекта «Производство нанокерамики» формирует условия для поиска паритета ГЧП для извлечения широкого спектра выгод из потенциала взаимодействия участников проекта.

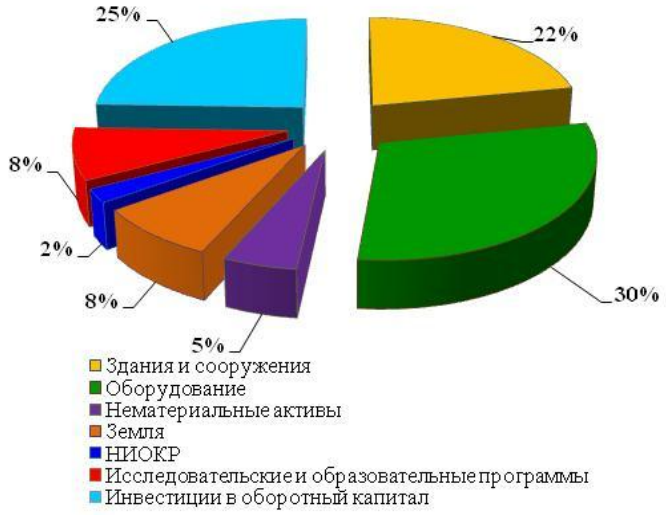


Рис. 6.4. Инвестиции по проекту «Производство нанокерамики» 2010–2017 гг., %

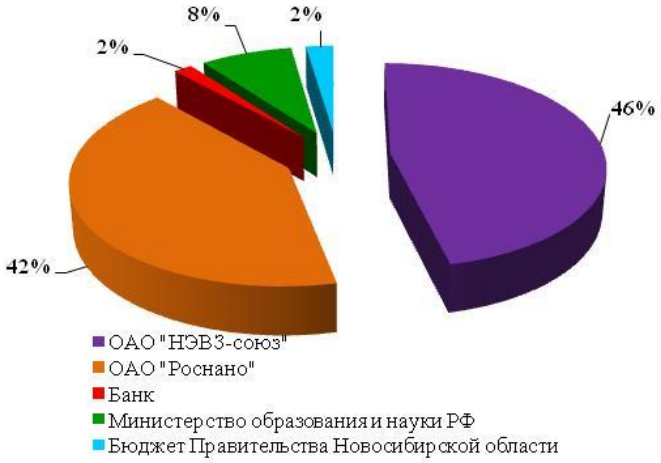


Рис. 6.5. Источники финансирования по проекту «Производство нанокерамики» 2010–2017 гг., %

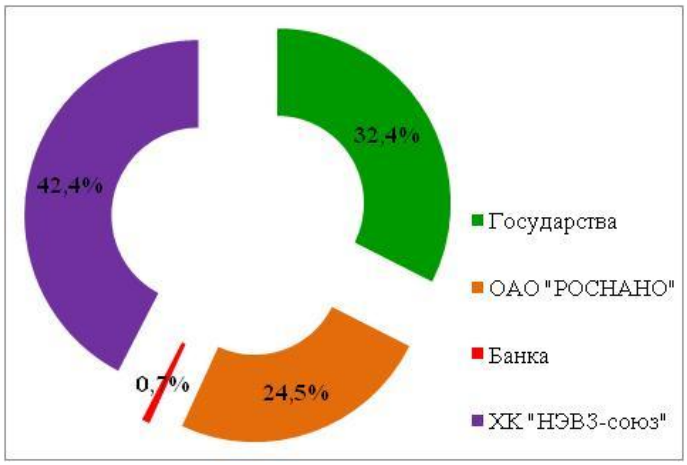


Рис. 6.6. Структура дисконтированных выгод для отдельных участников проекта «Производство нанокерамики» (*r*=10%), %

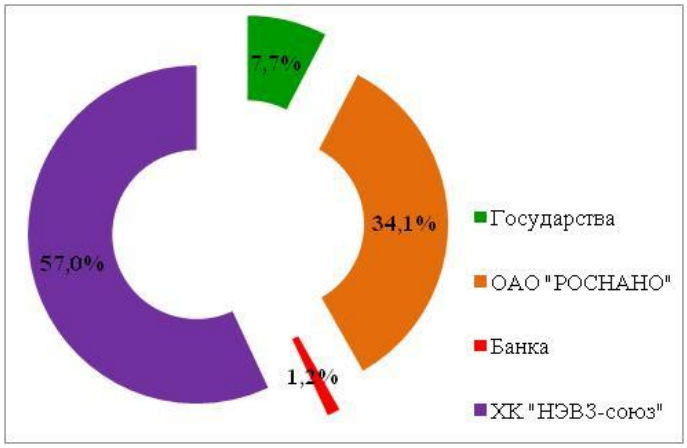


Рис. 6.7. Структура дисконтированных затрат для отдельных участников проекта «Производство нанокерамики» (*r*=10%), %

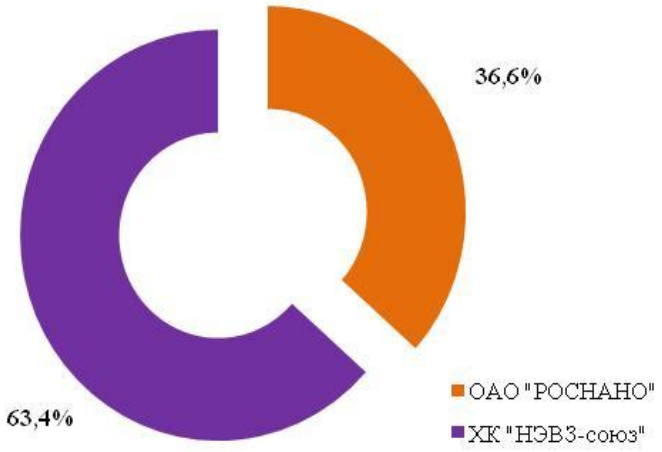


Рис.6.8. Структура распределения дисконтированных выгод между ОАО «Роснано» и ХК «НЭВЗ-союз» (*r*=10%), %

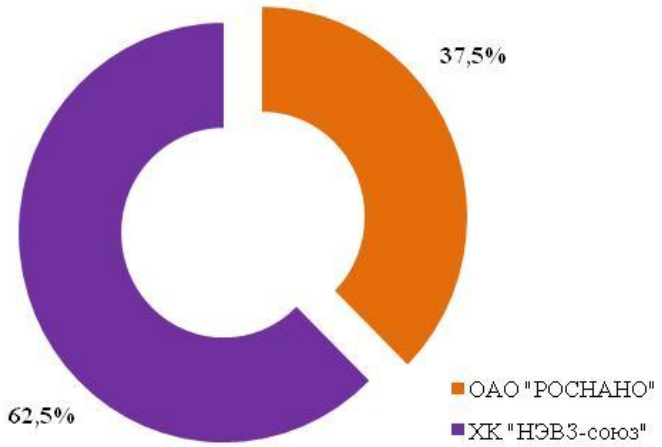


Рис.6.9. Структура распределения дисконтированных затрат между ОАО «Роснано» и ХК «НЭВЗ-союз» (*r*=10%), %

◄ *Показатели паритетности организации государственно-частного партнерства*

Для различных типов ГЧП важно детально выяснить вопрос, все ли участники остаются при своих интересах? В качестве гипотезы можно проверить, насколько равноправным партнером является государство как собственник бюджетных средств, так и государство в качестве бенефициара доходов в рамках ГЧП. Кроме того, многие правила хозяйствования сейчас задаются именно государством, имея в виду и административные ресурсы. Например, неоднократно упоминалось, что действующая ставка рефинансирования как один из ключевых инструментов денежно-кредитной политики государства не стимулирует создание ГЧП в России в настоящее время[1].

Предлагаем ввести несколько коэффициентов, которые бы характеризовали паритетность партнерства с позиций сравнения эффективности проекта в целом и агентской (локальной) эффективности отдельно взятого партнера. Паритетность предполагает поиск компромиссов взаимодействия для снижения рисков реализации проектов [Унтура, 2005]. По нашему мнению, с помощью таких коэффициентов можно рассматривать сложившиеся соотношения общей выгоды и выгод «персонифицированных» участников при различных финансовых и институциональных параметрах партнерства, а также сценариях развития ГЧП.

Выше нами предложена имитационная «организационно-институционально-финансовая» модель, которая позволяет, на наш взгляд, оценивать фактическую и прогнозную ситуацию в развитии ГЧП с участием предприятия, реализующего инновационный проект, при изменении условий функционирования партнерства в коалиции участников научной, технологической, производственной, коммерческой деятельности. Эти условия в реальной действительности формируются как на федеральном уровне с участием государства, так и в связи со складывающейся рыночной конъюнктурой и частными интересами партнеров. В рамках такой модели возможен расчет вышеназванных коэффициентов партнерства. Верификация модели и диапазон значений коэффициентов, на наш взгляд, позволит рассматривать партнерство как динамическую категорию, а не как статическое состояние участников, которое было зафиксировано на момент заключения договора. Устойчивость и долговременный характер сотрудничества – этот вопрос часто оказывается

[1] По мнению акад. В. Ивантера: «Сейчас ставка рефинансирования – 8,25%. Это фантастически высокая ставка. В США, Европе, Японии — меньше процента. Если речь идет, например, о машиностроении оно не может развиваться даже под 10% годовых. Может быть максимально 5%. Максимальный уровень инвестиционных кредитов – это 5–7%» [Ивантер, 2013].

недостаточно проработанным в начальной стадии создания ГЧП, что в дальнейшем не приводит к развитию этой формы хозяйствования на эффективной основе. Использование имитационной модели расширяет возможности выбора вариантов партнерства и условий совместного функционирования.

Вначале опишем методическую сторону расчета коэффициентов. Далее приведем расчет количественных значений коэффициентов на примере реального инновационного проекта «Производство нанокерамики». Затем предложим использовать в имитационной модели возможные сценарии изменения экономических и институциональных условий, достаточно часто наблюдаемые в реальной практике развития ГЧП в разных странах, которые могут влиять на величины упомянутых коэффициентов.

Предлагаем ввести в практику проектного анализа три типа коэффициентов:

К1. Отношение агентской $ФЭ_s$ к ФЭ проекта в целом;

К2. Отношение $ФЭ_s$ к сумме затрат C_{ts}, понесенных при участии в совместном проекте за весь период («квазирентабельность»);

К3. Отношение $ФЭ_s$ к ЭЭ проекта.

Их значения будут варьироваться в зависимости от условий сценариев, задаваемых в модели.

Рассмотрим основные сценарии, предлагаемые для учета в имитационной модели. Сценарии представляют собой гипотетические ситуации, которые могут формироваться в зависимости от поведения различных участников и устойчивости законодательных условий на федеральном и региональном уровнях. В частности, готовится к принятию в качестве федерального проект о ГЧП, при том, что в ряде региональных субъектов РФ такие законы уже приняты и действуют. Так, Санкт-Петербург возглавляет рейтинг 15 регионов, в которых формы ГЧП получили заметное развитие. Предлагаем с помощью имитационного моделирования параметров базового алгоритма проектного анализа рассмотреть следующие сценарии:

♦ *Сценарий «Изменение ставки дисконтирования»*, которая зависит от ставки рефинансирования и дополнительно учитываемых рисков. Рост ставки дисконтирования ведет к увеличению цены денег в начале проекта, и уменьшению – в его конце. Следовательно, он приводит к уменьшению общего эффекта от проекта, так как обычно в проектах основные затраты приходятся на начало, а основные доходы – на конец. Что касается отдельных участников, то наибольшее падение эффективности при росте ставки дисконтирования приходит-

ся на тех из них, которые делают затраты в самом начале проекта, а доходы получают только в самом конце.

♦ *Сценарий «Потенциал выручки от реализации продукции»*, в котором могут быть учтены портфель производимой продукции, хронология и очередность запуска линейки продуктов за весь период реализации проекта; некоторые институциональные условия, например реализация части продукции по госзаказам и на свободных рыночных условиях.

♦ *Сценарий «Влияния ВТО»*, учитывающий условия вхождения в ВТО при производстве и реализации продукции на внешних и внутренних рынках.

♦ *Сценарий «Участие госкорпораций/институтов развития»*, учитывающий условия участия, очередность предоставления траншей для поддержки, условия выхода из проекта при реализации проекта (например «Роснано»).

♦ *Сценарий «Изменение фискальной политики государства (система действующих налогов и субсидий)»*, позволяющий сравнивать результаты влияния на финансовый и экономический результат фактически действующих ставок налогов, размеров субсидий и других мер господдержки инновационных проектов, имитационных вариантов «эксклюзивных форм поддержки», когда ГЧП рассматривается как особая форма господдержки, в которой законодательно будут предусмотрены налоговые привилегии именно участникам ГЧП на период реализации проекта, существенно отличающиеся от налогообложения в традиционных сферах экономической деятельности.

♦ *Сценарий «Коммерциализация интеллектуальной собственности»*, учитывающий создание нематериальных активов и применение лицензионных соглашений в ходе реализации проекта, при которых предполагается выплата роялти в течение оговоренного срока, участникам, выполнявшим НИОКР в качестве партнеров по проекту, а не только оплата разовых средств по договору на разработку НИР или опытного образца продукции.

♦ *Сценарий «Варьирование финансовых схем»*, предусматривающий изменение динамики финансирования различных участников, т.е. очередности вступления в денежные потоки проекта в различные периоды реализации проекта (раннее финансирование, запоздалое финансирование и др.); договорных условий для вхождения в проект и правил долевого (справедливого) распределения полученного коммерческого дохода в ситуациях действующих ведомственных или рыночных ограничений. В этом сценарии возможен поиск условий, когда

реализация проекта оказывается партнерской и взаимовыгодной, а не только односторонней в пользу какого-либо из участников. Можно эмпирически выявить параметры экономической и институциональной деятельности, при которых возникают зоны «устойчивости соблюдения интересов» всех участников проекта, т.е. в полной мере реализуется идея партнерства.

Далее охарактеризуем каждый из предлагаемых коэффициентов на примере эмпирических данных инновационного проекта для сценария изменения ставки дисконтирования.

K1. *Соотношение агентской эффективности участника партнерства к ФЭ проекта в целом*

Коэффициент, показывающий относительное соотношение коммерческой выгоды участника на фоне финансовой эффективности проекта в целом, зависит от величины нормы дисконтирования (табл. 6.14). В частности, повышение величины нормы дисконтирования повышает относительную эффективность проекта как для государства, так и для частного бизнеса.

Таблица 6.14

Относительные коммерческие выгоды участника на фоне финансовой эффективности проекта, раз

Участники ГЧП	**K1** при норме дисконтирования			
	r =0%	*r* =10%	*r* =12%	*r* =15%
Государство	0,91	2,06	2,94	9,33
ОАО «Роснано»	0,41	0,33	0,26	-0,22
Банк	0,00	0,00	0,00	-0,01
ХК «НЭВЗ-союз»	0,58	0,67	0,74	1,23
Финансовая эффективность проекта	1	1	1	1

K2. *Отношение агентского эффекта к затратам партнера, понесенным при участии в совместном проекте («квазирентабельность»)*

В процессе организации ГЧП, если речь идет не об односторонней государственной поддержке, предполагается объединение финансовых средств для получения коммерческой или общественной эффективности проекта (табл. 6.15). Финансовые ресурсы мобилизуются по различным направлениям: государственное финансирование, собственный капитал и займы. В большинстве случаев, финансовые ресурсы, предназначенные для проектов ГЧП, мобилизуются одновременно по трем каналам, описанным выше: государственные (или

муниципальные) субсидии, активы акционеров и банковские займы. В этом смысле чистый доход, генерируемый проектом, и эффективность проекта формируется и налогоплательщиками (в лице государства) и исполнителем проекта. Распределение дохода от проекта между этими двумя группами зависит непосредственно от уровня приватизации проекта.

Таблица 6.15

Соотношение агентского эффекта к затратам, понесенным при участии в проекте («квазирентабельность»)

Участники ГЧП	**К2** при норме дисконтирования			
	r =0%	*r* =10%	*r* =12%	*r* =15%
Государство	9,00	6,24	5,82	5,25
ОАО «Роснано»	1,01	0,22	0,12	-0,03
Банк	0,13	0,02	0,00	-0,02
ХК «НЭВЗ-союз»	0,75	0,27	0,20	0,09
В целом по проекту	0,83	0,25	0,16	0,05

Норма дисконтирования влияет на относительную величину получения дохода при определенном размере вложенных средств. В данном проекте это подразумевает получение 1 руб. ЧДД на один затраченный рубль средств. Если в целом по проекту при норме дисконтирования 10% он составляет 25 коп., то для государства – около 6,24 руб. при относительно небольших прямых финансовых вложениях через контракты Минобрнауки и бюджет Новосибирской области. Квазирентабельность остальных участников заметно варьируется. Так, «Роснано» получает примерно вдвое ниже отдачу при близких по значению финансовых средствах по сравнению с ХК «НЭВЗ-союз».

При росте нормы дисконтирования до уровня r =15% квазирентабельность проекта в целом уменьшается, в том числе и для всех его участников. В относительно выгодном положении остается государство, хотя его выгода в качестве участника проекта уменьшается при норме дисконтирования r =10% с 6,24 руб. до 5,25 руб. Можно предположить, что в настоящее время не в полной мере достигается паритетность отдельных агентов, т.е. излечение выгод пропорционально вложенным средствам при действующих институциональных условиях.

Расчеты с использованием сценариев различных вариантов фискальной поддержки государства, а также различных схем финансирования также могут быть полезными для поиска консенсуса и придания проекту формы паритетного партнерства.

К3. *Соотношение агентской эффективности участника и экономической эффективности проекта с учетом общественной значимости*

Достаточно легко трактовать соотношение ФЭ и ЭЭ по проекту (табл. 6.16). Иногда проект может быть коммерчески неэффективен, но в рамках экономического анализа проявляются различные типы эффектов (перераспределительные, внешние и косвенные), что обуславливает эффективность его реализации для общества в целом. Так, в условиях господдержки отношение ФЭ к ЭЭ при *r* =10% составляет 25%, а без господдержки – 14%, т.е. ниже примерно в 2 раза. Для отдельных участников эта пропорция различается (см. табл. 6.16), демонстрируя, во-первых, общую тенденцию снижение ФЭ для проекта в целом при повышении нормы дисконтирования: при росте нормы дисконтирования с нуля до 15% понижается относительная величина ФЭ при неизменной величине ЭЭ почти в 10 раз. Для отдельных участников выявленная тенденция также подтверждается. Для частного инвестора этот коэффициент снижается примерно в 3 раза, а для государства, напротив, при снижении относительной эффективности проекта в целом и у отдельных участников коэффициент К3 возрастает в 2 раза, поскольку бюджетная эффективность проекта повышается почти в 2 раза.

Таблица 6.16

Соотношение финансового и экономического эффекта проекта и вариация соотношения для отдельных участников

Участники ГЧП	**К3** при норме дисконтирования			
	r =0%	*r* =10%	*r* =12%	*r* =15%
Государство	0,39	0,52	0,56	0,64
ОАО «Роснано»	0,18	0,08	0,05	-0,02
Банк	0,00	0,00	0,00	0,00
ХК «НЭВЗ-союз»	0,25	0,17	0,14	0,08
Финансовая эффективность проекта	0,43	0,25	0,19	0,07
Экономическая эффективность проекта	1,00	1,00	1,00	1,00

Примечание. В данном расчете применяется упрощенная оценка экономической эффективности проекта с учетом только перераспределительных эффектов.

Можно подтвердить предварительную гипотезу, что при высокой норме ставки дисконтирования развитие государственно-частного партнерства «равноправного типа» сдерживается. По-видимому, можно проверить сценарий с нормой дисконтирования в интервале от 5–7% , при котором будет более вероятно создание условий «паритетного» типа.

ЛИТЕРАТУРА

Государственно-частное партнерство в инновационной сфере. – М.: Инфра-М, 2010.

Гранберг А.Г., Суслов В.И., Суспицын С.А. Многорегиональные системы: экономико-математическое исследование. – Новосибирск: Сибирское научное издательство, 2007.

Евсеенко А.В., Шмагирев А.В. Кластеры в производстве нанокерамики // Регионы России: стратегии и механизмы модернизации, инновационного и технологического развития: труды Восьмой междунар. науч.-практ. конф. 31 мая – 1 июня 2012 г. Ч. 1 / отв. ред. Ю.С. Пивоваров; РАН, ИНИОН, Отд-е науч. сотрудничества и междунар. связей. – М., 2012(а). – С. 443–445.

Евсеенко А.В., Шмагирев А.Е. Модернизация действующего производства на базе высоких технологий (наноструктурированная керамика) // Индустриальное развитие России: сб. науч. тр. / отв. ред. А.Г. Коржубаев, Л.К. Казанцева; ИЭОПП СО РАН. – Новосибирск, 2012(б). – С. 272–279.

Евсеенко А.В., Унтура Г.А. Роль государства в переходе к инновационной экономике в регионах России // Экономика Сибири в начале XXI века: методология и методика стратегических разработок / отв. ред. В.В. Кулешов; ИЭОПП СО РАН. – Новосибирск, 2007. – Гл. 6. – С. 188–134.

Зверев В.С., Унтура Г.А. Оценка влияния компромисса на интегральный риск в регионе // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Социально-экономические науки. – 2002. – Т. 2. Вып. 1. – С. 79–104.

Ивантер В. Сейчас у общества есть интерес жить прилично // Русский репортер. – 2013. – № 12 (290).

Инновационный потенциал научного центра: методологические и методические проблемы анализа и оценки / отв. ред. В.И. Суслов. – Новосибирск, ИЭОПП, 2007.

Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция). Официальное издание. – М.: Экономика, 2000.

Новикова Т.С. Анализ общественной эффективности инвестиционных проектов. – Новосибирск: ИЭ ОПП, 2005.

Новикова Т.С. Проектная экономика: Курс лекций. – Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т, 2012.

Проектная экономика в условиях инновационного развития: концепция, модели, механизмы / под ред. Т.С. Новиковой. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2009. – С. 77–90.

Системная оценка эффективности инвестиционных (инновационных) проектов / С.М. Шахрай, П.Л. Виленский, В.В. Косов, В.Н. Лившиц, С.А. Смоляк, А.Г. Шахназаров – М.: НИИ СП, 2010.

Судариков А.Л., Грибовский А.В. Государственно-частное партнерство в сфере науки, технологий и инноваций: зарубежный опыт // Инновация. – 2012. – № 07(165). – С. 47–59.

Унтура Г.А. Государственно-частное партнерство в инновационной сфере: региональный аспект // Регион: экономика и социология. – 2005. – № 2. – С. 153–170.

Экономические проблемы развития революционных технологий: нанотехнологии / рук. авт. колл.: В.Л. Макаров, А.Е. Варшавский. – М.: Наука, 2012. – 405 с.

A Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects. – DG Regional Policy, European Commission, 2000.

Congdon W., Kling J., Mullainathan S. Policy and Choice: Public Finance through the Lens of Behavioral Economics. – Brookings Institution Press, 2011.

Jenkins G.P., Harberger A.C. Cost-benefit Analysis of Investment Decisions. Manuel. – Queen's University, Canada, 2001.

ЭЛЕКТРОННЫЕ ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

Государственная программа Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» // http://www.minpromtorg.gov.ru/reposit/minprom/ministry/fcp/8/gosudarstvennaya_programma.pdf

Справка о перечне технологических платформ, утвержденных Правительственной комиссией по высоким технологиям и инновациям // http://www.economy.gov.ru/minec/activity/sections/innovations/formation/doc20120403_11

Технологическая платформа «Новые полимерные композиционные материалы и технологии» // http://www.tppkm.viam.ru/

Харт Д.А. Инновационные кластеры: основные идеи // http://www.innosys.spb.ru/?id=886

Abercade http://abercade.ru/research/industrynews/9165.html (1).

Abercade // URL:http://abercade.ru/research/industrynews/9165.html (2).

Advanced Ceramics In Electronics // http://www.ceramtec.com/markets/electronics/ (1).

Advanced Ceramics Market Development // http://www.ceramicindustry.com/articles/93164-advanced-ceramics-market-development (2).

Advanced Ceramics Market in the US // http://www.coatingsworld.com/issues/2011-10/view_market-research/advanced-ceramics-market-in-the-us---2011-report-on-the-105-billion-industry/ (3).

Advanced Ceramics Technology Roadmap // http://advancedceramics.org/clientuploads/pdf/ceramics_roadmap.pdf (4).

Analytical Global Demand in the Use of Advanced Ceramics with Silicon Carbide Growth. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5(12): 3205-3208, 2011 // http://www.ajbasweb.com/ajbas/2011/December-2011/3205-3208.pdf

Bechtold F. A Comprehensive Overview on Today's Ceramic Substrate Technologies // URL:http://www.elec.cgu.edu.tw/~kschin/98%282%29Seminar/1.pdf

Capacitor // http://en.wikipedia.org/wiki/Capacitor

Ceramic Components for Automobile Engines // http://msl1.mit.edu/MIB/3.57/Assignments/case.pdf

Ceramics & Cars: The Ultimate Driving Experience // http://www.ceramicindustry.com/articles/ceramics-cars-the-ultimate-driving-experience

Ceramic Material in Industrial Applications. URL:http://www.induceramic.com/industrial-ceramic-product/ceramic-material-in-industrial- applications

China's Advanced Ceramics Market // http://www.gcis.com.cn/china/China%27s%20Advanced%20Ceramics%20Market.htm

Coping with Integration Complexity // http://www.managingautomation.com/maonline/magazine/read/view/Coping_with_Integration_Complexity_835584

Department of defense handbook composite materials handbook volume 5. ceramic matrix composites. mil-hdbk-17-5.Volume 5 of 5- 17 june 2002 // URL:http://snebulos.mit.edu/projects/reference/MIL-STD/MIL-HDBK-17-1F.pdf

Forecasting: A 20-Year Market Assessment of The Ceramic Capacitor Industry // http://www.ttiinc.com/object/me_zogbi_20091130.html

http://izh.kp.ru/daily/26077/2982650/

http://news.ngs.ru/more/411237/
http://thesaurus.rusnano.com/wiki/article1339
http://vk.com/public35031196?w=wall-35031196_16
или http://news.ngs.ru/more/1038847/
http://www.rusnanonet.ru/video/fb_nevzceramics/
http://www.nevz-ceramics.com/ru/produktyi-i-materialyi/keramicheskie-izolyatoryi.html (1)
http://www.nevz-ceramics.com/ru/produktyi-i-materialyi/podlozhki.html (2)
http://www.nevz-ceramics.com/ru/produktyi-i-materialyi/bronekeramika.html (3)
Market for structural ceramics to reach $3.7 billion by 2012 // http://ceramics.org/ceramic-tech-today/biomaterials/market-for-structural-ceramics-to-reach-37-billion-by-2012
Microsoft Monopoly Power **//** http://academicwritingtips.org/component/content/article/44-education-/741-microsoft-monopoly-power.html
Projected north american technical and advanced structural ceramics market by application, 2010-2016 **//** http://www.bccresearch.com/market-research/advanced-materials/technical-advanced-structural-ceramics-avm011d.html
Scramjet // http://en.wikipedia.org/wiki/Scramjet
STRF.ru
U.S. Advanced Ceramics Growth Continues // http://www.ceramicindustry.com/articles/u-s-advanced-ceramics-growth-continues
US Demand for Advanced Ceramics to Reach $14 Billion in 2015 // URL: http://www.giiresearch.com/press/fd215073.shtml
Wikipedia // http://en.wikipedia.org/wiki/WaveRider