
ОТРАСЛЕВЫЕ
ПРОБЛЕМЫ

**МЕХАНИЗМЫ РЕСТРУКТУРИЗАЦИИ
НАУКОЕМКИХ ПРОИЗВОДСТВ
(НА ПРИМЕРЕ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ)***

© 2010 г. Ю.Н. Макаров, Е.Ю. Хрусталёв

(Москва)

Рассматривается модель реорганизации наукоемкого производственного комплекса, базирующаяся на принципах конструктивно-технологической близости создаваемой продукции, позволяющая повысить эффективность функционирования комплекса и качество управления проектами создания высокотехнологичных изделий различного назначения. Обосновываются основные принципы и этапы процесса формирования крупных интегрированных структур.

Ключевые слова: ракетно-космическая промышленность, ракетно-космическая техника, технико-экономические показатели деятельности, интеграционные процессы, модели реструктуризации, производственно-хозяйственная деятельность, финансово-экономическое состояние предприятий.

ВВЕДЕНИЕ

Доставшийся России наукоемкий производственный комплекс (НПК) оказался количественно избыточен как для экономики страны, так и для ее государственного бюджета и поэтому нуждался в оптимизации и модернизации своей структуры в соответствии с требованиями и планами общественного развития Российской Федерации, долгосрочными программами научно-технического прогресса, финансовыми возможностями государства. Однако, являясь национальным достоянием и результатом длительного эволюционного развития интеллектуальных и производственных сил общества, он не может быть бездарно утрачен.

Отрасли и предприятия НПК, обладая передовыми технологиями и инновационной восприимчивостью, способны и призваны при определенных условиях играть стратегическую роль не только в международной политике государства, но и в обеспечении нового качества и темпов экономического развития России, укрепляя тем самым ее национальную, экономическую и технологическую безопасность от ряда внешних и внутренних угроз. Эта роль определяется решающим вкладом научно-технического, производственного и кадрового потенциалов высокотехнологичных отраслей НПК в экономическую мощь страны, их способностью обеспечивать технологическое обновление производительных сил экономики и лидерское превосходство в противостоянии конкурентным технологическим достижениям других стран, а также служить гарантией против непредсказуемых разработок (Бендилов, Фролов, 2007; Кузык, 2004; Маевский, Кузык, 2003).

НПК и механизмы его функционирования призваны адаптировать экономику к требованиям научно-технического развития, организовать доведение научных знаний до практической (коммерческой) реализации в виде различного рода высокотехнологичной продукции (ВТП). Эффективность такой адаптации определяет темпы и качество широкомасштабной и многоцелевой диффузии новшеств в хозяйственной среде. Научно-технический потенциал стал базисной основой реструктуризации и диверсификации экономики, развития ее адаптивных способностей в

* Статья подготовлена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 09-06-13529-офи_ц).

условиях быстрорастущих потребительских предпочтений и процессов глобализации экономических отношений. Уровень передовых технологий и эффективность механизмов их многоцелевого использования стали не только целями научно-промышленной политики, но и определяющими характеристиками конкурентоспособности экономики в целом (Багриновский, Бендиков, Хрусталёв, 2003; Бендиков, Лавринов, Хрусталёв, 2005; Инновационный менеджмент, 2004).

Ключевая роль государства в формировании наукоориентированных сил развития определяется тем, что именно оно устанавливает необходимые правовые, социальные и финансовые нормы и гарантии, а также главные научно-технические и технологические приоритеты, регулирующие и определяющие основные направления деятельности в области высокотехнологичного сектора экономики. Первоочередная задача государственной научно-промышленной политики состоит в своевременном выявлении мировых и отечественных тенденций развития науки, техники и технологий, рынков в промышленности и сфере услуг, в организации эффективного управления различными факторами экономической динамики (в частности, объемами и направлениями инвестиций в создание новых производств) в целях кардинального совершенствования структуры экономики, роста производительности труда, повышения занятости населения, ресурсосбережения и т.д. (Варшавский, 2008).

Только при реализации такой политики, на базе которой появляются новые и все более эффективные производственные и информационные технологии, образцы продукции более высокого технического уровня, формы организации и управления хозяйством, знания начинают давать основной прирост валового продукта и производительности труда, как это наблюдается в ряде стран.

В этих условиях единственной реальной базой интенсивного роста способен стать значительный, но не в должной мере пока востребованный хозяйством потенциал науки, образования и наукоемкого высокотехнологичного сектора российской экономики. Этот потенциал несравним с долей мирового выпуска Россией высокотехнологичной продукции, что свидетельствует о недостаточной эффективности механизмов его функционирования и отсутствии необходимых предпосылок, призванных активизировать инновационную деятельность в промышленности и наукоемком секторе.

С учетом отмеченных обстоятельств актуальным, важным и значимым представляется постоянный мониторинг состояния отечественного НПК, разработки и анализа прогнозов его развития, формирования экономически и социально обоснованных вариантов изменения его состава и структуры.

СУЩНОСТЬ И ПРЕДНАЗНАЧЕНИЕ ИНТЕГРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В НПК

Основные цели реформирования НПК заключаются в создании таких интегрированных производственных структур, которые отвечали бы требованиям современных бизнес-процессов и были способны противостоять внутренней и внешней конкуренции, в консолидации потенциала (научного, производственного, технологического, кадрового, финансового и т.д.) для саморазвития, создания и производства новой продукции, в развитии адаптивных свойств предприятий к изменяющимся условиям хозяйствования и требованиям спроса, в повышении их экономической устойчивости и инвестиционной привлекательности, в снижении издержек и рисков производства (Хрусталёв, 2005) и т.д.

Интеграция групп предприятий означает не только усиление общей маркетинговой позиции на рынке, но и объединение их промышленного, научно-технического, технологического, кадрового, финансового, интеллектуального и потребительского потенциалов (капиталов) на основе единства стратегических целей функционирования и системы управления ими, с учетом интересов каждого предприятия, при соблюдении правил корпоративного поведения и распределения ответственности. Интеграция предполагает обязательное наличие управляющего центра – компании, осуществляющей контроль над собственностью предприятий, причем юридически зафиксированных границ такое объединение может и не иметь, а строить внутренние отношения на договорной основе.

Интеграция должна обеспечивать построение горизонтальных технологических цепочек, включающих завершающие стадии производственного цикла. Помимо этого необходимо создавать управленческую вертикаль, способную осуществлять маркетинговую стратегию для контроля и увеличения совокупной доли этих предприятий на рынке в масштабах страны, аккумулировать и оптимизировать необходимые для этого ресурсы, в первую очередь финансовые. Таким образом, речь должна идти об оптимизации производства и бизнеса посредством объединения интересов предприятий в горизонтально- и (или) вертикально-интегрированные бизнес-группы с соответствующей финансовой и торгово-реализационной инфраструктурой. В условиях нарастания конкуренции предприятия самостоятельно или при поддержке государства вступили на путь интенсивной консолидации, нацеленной на создание или укрепление действующих структур холдингового типа, которые рассматриваются ими в качестве доступного инструмента ускоренного повышения конкурентоспособности отечественной промышленности на основе технического перевооружения.

Как отмечают специалисты и эксперты, за счет одного только эффекта управления интегрированными группами российские предприятия добиваются заметного промышленного роста даже без привлечения значительных первоначальных инвестиций. Опыт показывает, что организационная оптимизация производств может дать большой эффект и должна предшествовать инвестиционным вливаниям. В свою очередь увеличение доли эффективно управляемых предприятий способствует росту производства и инвестиций. Однако возможен случай, когда для производства сверхновой продукции процессы интеграции не помогут и возникнет необходимость в создании новых производств, строительстве новых предприятий, аналогов которых в настоящей практике еще нет.

Надежность и устойчивость функционирования научно-технологического механизма развития во многом обусловлены четкой работой финансовой системы. Государство путем использования финансово-кредитных рычагов способно серьезно влиять на темпы и направления хозяйствования. Государственные финансы наряду с корпоративными имеют большое значение в регулировании экономики, стимулировании экономического роста и реализации социальных программ (Дементьев, 2000).

Представляется необходимым формировать источники средств (региональных и отраслевых внебюджетных фондов, в том числе частно-государственных венчурных фондов, банков реконструкции и развития и т.п.), осуществляющих прямое и венчурное инвестирование в высокотехнологичные компании, финансирование фундаментальной и прикладной науки, скоординированное с развитием ресурсной базы других составляющих национальной инновационной системы. Не менее важно также создать схемы финансирования фундаментальных исследований за счет средств, полученных в процессе реализации научных результатов, в том числе технологической ренты. Государственный сектор НИОКР должен вносить существенный вклад в формирование общих условий, необходимых для инновационного развития. При формировании в Российской Федерации инновационной системы этот сектор будет оцениваться не столько с точки зрения непосредственного участия в приумножении научно-технического потенциала, сколько с позиции создания благоприятных условий для мобилизации инвестиций частного сектора на инновационные цели (Бендиков, Хрусталёв, 2006). Государственные учреждения могут привлекать иностранные инвестиции, в частности, концентрируя научно-исследовательские ресурсы на реализации наиболее значимых и дорогостоящих инновационных проектов. Эти проекты, обладая высоким потенциалом развития международного сотрудничества, должны служить центрами притяжения частных инвестиций. Предоставляя доступ к научной и технической информации, государственные ведомства должны содействовать передаче и диффузии технологий, формируя таким образом дополнительный спрос на инвестиции в исследования и разработки со стороны государственного и частного секторов. Генеральным направлением совершенствования государственного сектора НИОКР в ближайшей перспективе должно стать повышение статуса научных работников, а также устранение административных и законодательных барьеров, препятствующих усилению сотрудничества науки с частным бизнесом.

Меры, направленные на формирование целостной инфраструктуры инновационной системы и поддержки деятельности составляющих ее элементов, должны дополняться так называемыми инструментами концентрированного воздействия, формирующими финансовую и налоговую поддержку прямого, косвенного и иницирующего характера.

Следует отметить, что поскольку проблемы сохранения и реорганизации НПК представляются важными и значимыми для модернизации российской экономики, их решением занимается большое число исследователей (Авдашева, Шаститко, 2003; Анисимов, Дементьев, Поршнев, 2006). Значительная часть их работ посвящена повышению эффективности интеграционных процессов (Авдашева, Долгопятава, Пляйнес, 2007; Ерзнкян, 2007; Авдашева и др., 2000; Дементьев, 2007б; Курченков, Токмаков, 2001; Стратегии бизнеса, 1998; Клейнер, 2005), в том числе в рамках создания финансово-промышленных групп (Дементьев, 2007а; Егорова, Котляр, 2005; Косачев, 2008).

РЕСТРУКТУРИЗАЦИЯ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В настоящее время основным механизмом структурного реформирования ракетно-космической промышленности (РКП) является создание крупных интегрированных структур (корпораций), представляющих собой объединение предприятий, связанных единым направлением деятельности и отношениями собственности (Макаров, Хрусталёв, 2009а). В соответствии с государственной политикой реформирования оборонно-промышленного комплекса (ОПК) – ФЦП “Развитие оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации на 2007–2010 гг. и на период до 2015 г.” – в РКП создаются интегрированные структуры двух основных типов.

Первый тип составляют вертикально-интегрированные структуры (ИС), которые возглавляют головные компании – разработчики и изготовители финальной продукции, они объединяют основную часть внутренней кооперации, необходимой для разработки, производства, эксплуатации и утилизации этой продукции. Эти ИС, сконцентрировавшие для решения целевых задач значительный научный, производственный и финансовый потенциал, получают возможность более эффективно действовать на соответствующих сегментах мирового космического рынка (Space Act, 2008; Olson, Martin, 2009; Hobe, Kerner, Mey, 2009; State of the Satellite Industry Report, 2009).

Второй тип интеграции предусматривает объединение по горизонтальному признаку технологически однородных предприятий – производителей основных систем и агрегатов ракетно-космической техники (РКТ) – двигателей, систем управления и приборов, наземного оборудования. Они являются поставщиками для корпораций-финалистов. Кроме того, горизонтальные структуры действуют на международном рынке агрегатов и элементов космической техники и услуг.

В соответствии с определенными выше приоритетами интеграции создание каждой ИС в полной мере обеспечивает решение государственных задач по разработке и производству РКТ определенного направления, и в первую очередь надежное и эффективное выполнение заданий ГПВ-2015, ФКПР-2015, ФЦП “ГЛОНАСС” и других ФЦП.

Все создаваемые ИС, помимо обеспечения потребностей государства в РКТ, будут действовать на международном космическом рынке, международном рынке вооружения и военной техники и рынках гражданской продукции (Ehrenfreund, Peter, 2009; Codignola, 2009; Fort, 2009).

При организации ИС для повышения эффективности использования имущества производится акционирование предприятий, доля непосредственного государственного участия в РКП сокращается, а управление со стороны государства как собственника и заказчика становится более продуктивным за счет централизации финансовых потоков госзаказа в головных компаниях ИС и передачи им госпакетов акций входящих в их состав предприятий. Головные компании ИС РКП остаются полностью контролируруемыми государством (доля государственного пакета акций в них 51–100%).

В РКП на сегодняшний день функционируют четыре интегрированные структуры – ГKNПЦ им. М.В. Хруничева, РКК «“Энергия” им. академика С.П. Королева», ГНП РКЦ “ЦСКБ–Прогресс”, ФГУП “НПЦ АП им. Н.А. Пилюгина» и Федеральное казенное предприятие “Научно-испытательный центр ракетно-космической промышленности”.

В стадии формирования и реорганизации в соответствии с решениями Президента РФ, принятыми в 2004–2009 гг., находится девять интегрированных структур: ОАО «Военно-промыш-

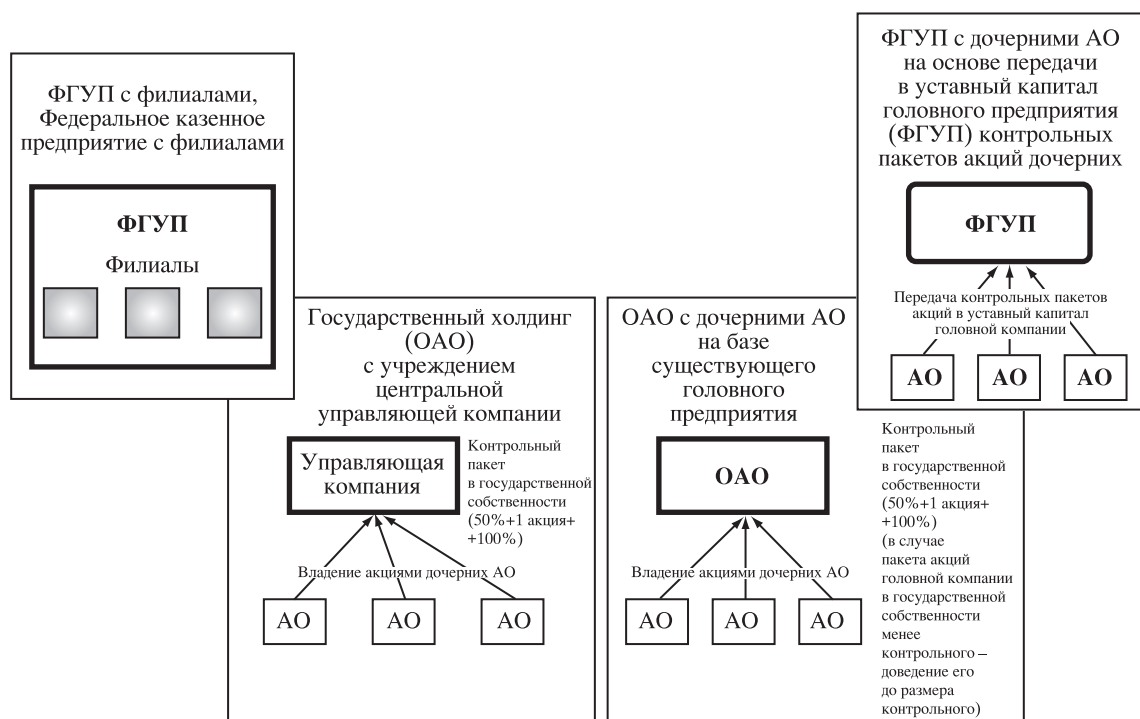


Рис. 1. Основные формы интегрированных структур в ракетно-космической промышленности

ленная корпорация “Научно-производственное объединение машиностроения”», ОАО “Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и информационных систем”, ОАО “Информационно-спутниковые системы”, ОАО “ГРЦ Макеева”, ОАО «НПК “Системы прецизионного приборостроения”», ОАО «Корпорация космических систем специального назначения “Комета”», ФГУП “ЦЭНКИ”, ОАО «НПК “Космические системы мониторинга, информационно-управляющие и электромеханические комплексы им. А.Г. Иосифьяна”», ОАО «Корпорация “МИТ”». Подготовлен системный проект по созданию ИС «ОАО “Корпорация ЦКБТМ”».

В соответствии с намечаемыми преобразованиями в 2010 г. в РКП будут функционировать 14 интегрированных структур (в том числе 10 – по выпуску финальных изделий РКТ, 4 – по производству систем и агрегатов, систем управления и приборов, наземного оборудования) и научно-испытательный центр в форме федерального казенного предприятия. В создаваемые ИС предполагается включить порядка 60 наиболее значимых предприятий РКП. Динамика структурных преобразований в РКП в 2002–2009 гг. и прогноз до 2012 г. свидетельствуют, что процесс подготовки нормативных основ интеграции осуществляется достаточно динамично.

Возможные практические варианты создания интегрированных структур в условиях современного правового поля показаны на рис. 1.

В период 2009–2012 гг. предусматривается укрупнение уже созданных ИС и формирование семи крупных корпораций, ориентированных на реализацию задач космической деятельности. По состоянию на 1 июля 2009 г. в отрасли функционируют четыре ИС и научно-испытательный центр в форме федерального казенного предприятия, в стадии формирования в соответствии с указами Президента РФ находится девять ИС. В настоящее время на созданных в РКП ИС (включая находящиеся в стадии формирования в соответствии с указами Президента РФ) занято около 72% численности персонала РКП. В соответствии с намечаемыми преобразованиями доля ИС в общей численности работающих возрастет до 88%.

По прогнозным оценкам реализация всех запланированных программных мероприятий в соответствии с разработанными на сегодняшний день системными проектами создания ИС обеспечит увеличение доли продукции ИС до 80% общего объема продукции РКП (Макаров, Хрусталев, 2009б).

Однако в настоящее время интеграционные процессы во многих наукоемких отраслях осуществляются без должного учета экономической целесообразности планируемых преобразований (Ганичев, Фролов, 2009; Фролов, 2004), без использования современного экономико-математического обеспечения и основываются в значительной степени на индивидуальных знаниях руководителей, накопленном опыте экспертов и практических навыках специалистов. Предлагаемые новые механизмы реструктуризации, базирующиеся на принципах конструктивно-технологической близости создаваемых образцов техники, позволят повысить экономическую обоснованность принимаемых решений и качество предлагаемых вариантов интеграции.

МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СТРУКТУР

Научно-практические результаты, изложенные в данном разделе статьи, относятся к обоснованию и разработке практического информационно-математического инструментария, позволяющего формализованно выполнить необходимые для выбора приемлемого варианта расчеты. Предлагаемый метод основывается на принципах конструктивно-технологической близости создаваемых образцов ВТП с длительным жизненным циклом и предполагает осуществление процесса интеграции наукоемких предприятий в несколько этапов (Лавринов, Хрусталёв, 2005; Хрусталёв, 2008).

Первый из этих этапов – изучение предметной области и ее адекватное описание. Результатом анализа является концептуальная модель, отображающая состав наукоемких производств в виде интегрированных производственных блоков, необходимых при создании образцов ВТП, и связей между ними. Таким образом, на первом этапе производится формирование структуры наукоемкого комплекса, определяется число интегрированных структур (ИС), обеспечивающих создание всего спектра высокотехнологичных изделий, и связи между ними.

Второй этап – формирование ИС с использованием следующих подходов: формирование внутри интегрированной структуры конструктивно и технологически однородных направлений техники; выделение однотипных групп по функционально-целевому признаку.

В завершение данного этапа производится сопоставление предприятий – разработчиков и производителей ВТП, привлекаемых для выполнения наукоемких инвестиционных проектов, с полученной структурой наукоемкого промышленного комплекса в целях присвоения им информационных признаков принадлежности разрабатываемого образца к одной из ИС и определения местоположения данного образца в ее структуре.

В результате выполнения двух первых этапов все множество предприятий – разработчиков и производителей ВТП Ω , привлекаемых для выполнения наукоемких проектов, будет разделено на подмножества (интегрированные структуры) Ψ , удовлетворяющие условиям

$$\Omega = \bigcup_{j=1}^N \Psi_j, \quad \Psi_i \cap \Psi_j = 0, \quad i \neq j \quad (1)$$

где $i, j = 1, \dots, N$; N – количество ИС.

Внутри ИС (Ψ_j) предприятия сгруппированы по функционально-целевым и конструктивно-технологическим признакам на подмножества $\mathbf{E}_{klm}^j$:

$$\Psi_j = \bigcup_{k=1}^K \bigcup_{l=1}^L \bigcup_{m=1}^M \mathbf{E}_{klm}^j$$

где K, L, M – число технологических, функциональных и целевых направлений, соответственно.

На *третьем этапе* производится формирование показателей, необходимых для отбора предприятий в состав ИС (Ψ_j) и отражающих финансово-экономическое, технологическое состояние предприятий и их научно-технический потенциал, а также их комплексная рейтинговая оценка.

Общий алгоритм процесса формирования интегральных рейтингов предприятий и их упорядочивание в соответствии с величиной рейтинга могут быть представлены в виде следующей последовательности действий (рис. 2).

Оценка технологических характеристик и научно-технического потенциала предприятий производится с использованием систем специально разработанных показателей, которые позволяют провести сравнительный анализ и расчет финансово-экономического ($R_{\text{фхд}}^{ij}$) и технологического ($R_{\text{тех}}^{ij}$) рейтинга, а также рейтинга научно-технического потенциала предприятий ($R_{\text{нпп}}^{ij}$), относящихся к данной ИС.

В ходе *четвертого этапа* формируется состав предприятий, которые включаются в ИС Ψ_j (Хрусталёв, 2007). Для этого в дополнение к показателям, сформированным на третьем этапе, для каждого предприятия, относящегося к данной ИС, определяются дополнительные показатели: N_1 – доля ассигнований, приходящихся на данное предприятие по инвестиционному проекту, от общего объема ассигнований, выделяемых на данную ИС; N_2 – доля ассигнований, приходящихся на данное предприятие по инвестиционному проекту на данный год, от общего объема ассигнований, выделяемых на ИС; N_3 – степень проникновения предприятия в группу (отношение числа функционально-целевых и конструктивно-технологических групп ИС, в которых предприятие осуществляет создание образцов ВТП, к общему числу этих групп в ИС); N_4 – приоритетность создаваемых образцов (число, отображающее значимость образца для формирования инновационной экономики в условиях финансовых ограничений), максимальное значение N_4 соответствует наивысшему приоритету; N_5 – уровень современности образца.

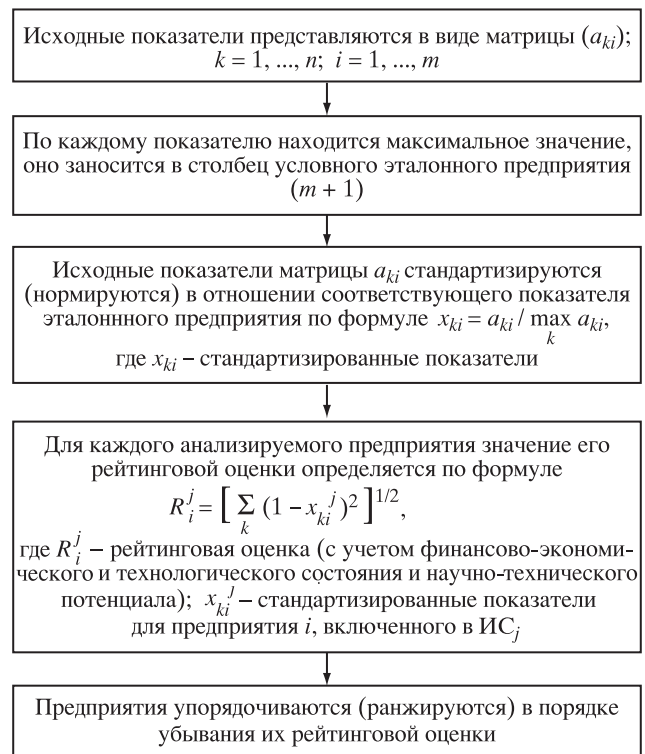


Рис. 2. Общий алгоритм формирования интегральных рейтингов предприятий

МОДЕЛЬ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СТРУКТУРЫ

Для отбора предприятий в состав формируемой ИС предлагается выполнить следующую последовательность действий.

1. Из множества предприятий Ψ_j , приходящихся на данную ИС, формируется подмножество Θ_j , для которого выполняется условие

$$N_4 > 0, \quad \Theta_j \cap \Psi_j^y = \emptyset,$$

где Ψ_j^y – подмножество предприятий, обладающих уникальными технологиями. Показатель N_4 может быть нулевым, но желательно не выбирать самое плохое в этом отношении предприятие. Можно снять ограничение $N_4 > 0$ и тем самым ослабить требования к включаемым в ИС предприятиям. Оставшиеся предприятия образуют подмножество A_j .

2. Внутри каждой группы формируется эталонная база для ранжирования предприятий. С этой целью из множества Θ_j выбирают по одному предприятию для каждой группы, удовлетворяющему условию

$$F_{\max} = F(N_1, N_2, N_3, N_4), \quad (2)$$

все показатели этих предприятий $(R_{\text{фхд}}^{ij}, R_{\text{тех}}^{ij}, R_{\text{нпп}}^{ij}, N_5)$ принимаются за эталонные. Одним из вариантов определения F может быть:

$$F(N_1, N_2, N_3, N_4) = aN_1 + bN_2 + cN_3 + dN_4,$$

где a, b, c, d – значения, получаемые от экспертов.

3. Все предприятия, принадлежащие A_j , ранжируются в подгруппах относительно эталонных показателей по формуле $r_l = \sum_M (P_{lm} - P_{0m})$, где l – номер предприятия в подгруппе; M – число показателей, используемых для ранжирования; P_{0m} – эталонное значение показателя m ; r_l – ранг предприятия l .

4. В состав ИС Ψ_j^0 включаются предприятия, которые вошли в подмножества Θ_j и Ψ_j^y , осуществляется проверка выполнения условия для каждой группы в составе ИС:

$$\Pi_\Sigma \approx s\Pi_{\text{ТР}}, \quad (3)$$

где Π_Σ – суммарная производственная мощность подгруппы; $\Pi_{\text{ТР}}$ – производственная мощность подгруппы при условии жесткого ограничения ассигнований, обеспечивающая минимально необходимые потребности в ВТП (оценивается экспертно); s – коэффициент резервирования мощностей.

5. В зависимости от выполнения условия (3) возможны две ситуации:

а) $\Pi_\Sigma > s\Pi_{\text{ТР}}$ – в этом случае необходимо проводить реструктуризацию самих предприятий, составляющих подгруппу;

б) $\Pi_\Sigma \leq s\Pi_{\text{ТР}}$ – в этом случае решается итерационная задача – добавление предприятий в группу в порядке убывания их рейтинга r до тех пор, пока не будет выполнено условие (3).

6. Головным в конкретном конструктивно-технологическом направлении выбирается предприятие, доля ассигнований на которое по проекту является максимальной. Данный выбор основан на финансовых возможностях такого предприятия при реализации возможных вариантов инновационного развития конкретной научно-производственной сферы.

Таким образом, в ходе выполнения четвертого этапа формируется подмножество предприятий $\Psi_j^0 \subset \Psi_j^*$, составляющих ИС, которые удовлетворяют требованиям создания современных ВТП в условиях жесткого ограничения ассигнований.

Для конкретного решения задачи формирования ИС на основании конструктивно-технологических признаков и практического выполнения предложенной выше последовательности действий предлагается экономико-математическая модель, расчеты по которой осуществляются следующим образом.

1. Формируются исходные данные. Каждое предприятие рассматриваемого типа из множества M описывается набором из N признаков или характеристик и представляется в виде вектора $X = (X_1, \dots, X_N)$ в N -мерном пространстве. Поэтому исходную информацию о совокупности рассматриваемых объектов можно представить в виде матрицы

$$X = \|X_{ij}\|, \quad i = 1, \dots, M, \quad j = 1, \dots, N, \quad (4)$$

где i – номер, присвоенный каждому объекту; j – номер признака или характеристики.

2. Проводится нормирование значений различных признаков и характеристик: $X^* = \|X_{ij}^*\|$, где X^* – матрица нормированных значений исходных данных:

$$X^* = \left(X_{ij} - \min_{j \in N} X_{ij} \right) / \left(\max_{j \in N} X_{ij} - \min_{j \in N} X_{ij} \right).$$

3. Так как каждый объект представляется вектором в N -мерном пространстве, то в качестве меры близости между объектами используется потенциальная функция

$$K_{ij} = K(X_i, X_j) = 1 / (1 + \alpha R^p(X_i^*, X_j^*)), \quad (5)$$

где α, p – параметры потенциальной функции. Затем находится расстояние $R(X_k, X_l)$ между векторами X_k и X_l в N -мерном пространстве:

$$R(X_k, X_l) = \left[\sum_{j=1}^N (X_{lj} - X_{kj})^2 \right]^{1/2} \quad (6)$$

и формируется матрица мер близости $K = \|K_{ij}\|$, $i, j = 1, \dots, M$.

4. Произвольно выбирается первый вектор, например X_1 .

5. В первом цикле определяются все расстояния в смысле меры близости между выбранным вектором и остальными. В дальнейшем вычисляются расстояния между отобранными векторами и оставшимися.

6. В первом цикле находится вектор, ближайший к первому отобранному, в следующем цикле – вектор, ближайший к первому и второму отобранному, и т.д.

7. Осуществляется перестановка векторов в исходном массиве X_i . На первое место ставится первый выбранный вектор, на второе – вектор, ближайший к первому, на третье – вектор, ближайший к первым двум, и т.д. Формируется последовательность X_i .

8. Соответственно последовательности X_i получается последовательность K_i , которая характеризует меру близости между группой векторов, объединенных на шаге i перестановки, и ближайшим к этой группе вектором. Такая перестановка обладает следующей важной особенностью. Предположим, что совокупность векторов $\{X_i\}$ принадлежит двум достаточно удаленным подмножествам A и B . Если $X_i \in A$, то сначала будут отобраны все векторы, принадлежащие подмножеству A , а затем – подмножеству B . Причем на границе перехода между A и B , т.е. в момент, когда впервые будет отобран вектор $X_i \in B$, величина $\tilde{K}_i$ скачкообразно уменьшится.

9. Последовательность величин K_i преобразуется в последовательность

$$\Delta_i = (K_{i-1} - K_i)/K_i. \quad (7)$$

10. Вычисляется значение величины $\Delta_{\text{гp}}$, определяющей границы формирования группы векторов. Значение $\Delta_{\text{гp}}$ может быть вычислено как минимальное из N_0 наибольших значений Δ_i (N_0 – заданное число первичных разбиений).

11. Последовательность векторов X_i разбивается на множества $A_1, \dots, A_{N_0}$. Сначала строится множество A_i по следующему правилу. Полагается $X_i \in A_1$. Далее, если к A_1 отнесены векторы $X_1, \dots, X_k$, то вектор X_{k+1} относится к A_1 , если $\Delta_k < \Delta_{\text{гp}}$. В противном случае построение множества A_1 заканчивается и начинается построение множества A_2 , причем X_{k+1} относится к A_2 . Аналогично строятся остальные множества.

12. Вычисляется значение критерия классификации F : $F = (I_1 - I_2)/(I_1 + I_2)$ при

$$I_1(N_0) = \frac{1}{N_0} \sum_{i=1}^{N_0} K(A_i, A_j);$$

$$I_2(N_0) = \frac{2}{N_0(N_0 - 1)} \sum_{i=1}^{N_0-1} \sum_{j>1} K(A_i, A_j),$$

где

$$K(A_i, A_j) = \frac{1}{n_{A_i}(n_{A_j} - 1)} \sum_{i>1}^{n_{A_i}} \sum_{j>1}^{n_{A_j}} K(X_i, X_j) -$$

средняя мера близости между векторами внутри множества A_i ;

$$K(A_i, A_j) = \frac{1}{n_{A_i} n_{A_j}} \sum_{X_i \in A_i} \sum_{X_j \in A_j} K(X_i, X_j) -$$

средняя мера близости между множествами A_i и A_j ; n_{A_i} – число объектов, попавших в множество $A_i = (X_i \in A_i)$; n_{A_j} – число объектов, попавших в множество $A_j = (X_j \in A_j)$.

13. Определяются наиболее близкие множества A_k и A_l .

14. Множества A_k и A_l объединяются в одном. В результате получается новое разбиение совокупности объектов на $N_0 - 1$ класс, для которого вновь определяется значение критерия классификации. На каждом шаге объединения фиксируется значение F . Алгоритм прекращает работу, когда в результате объединения множеств получается один общий класс.

15. Выбирается наилучшее разбиение множества на классы по максимальному значению критерия классификации F .

В результате решения задачи получаются группы (классы) предприятий, способных создавать наиболее схожие по конструктивно-технологическому типу образцы ВТП.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования, основные результаты которого изложены в данной статье, определены и систематизированы объективно существующие предпосылки консолидации наукоемких производств в ИС. Показано, что в числе наиболее важных задач следует особо выделить создание современных действенных механизмов стратегического планирования, управления и контроля, обеспечивающих внутреннюю консолидацию наукоемкого производственного комплекса, избавление его от структурной избыточности, повышение экономической отдачи от используемой в нем государственной и корпоративной собственности.

Сформирована система показателей, необходимых для отбора предприятий в состав ИС и отражающих финансово-экономическое, технологическое состояние предприятий и их научно-технический потенциал. Обоснован и построен интегральный индикатор – рейтинг предприятия, рассчитываемый по специальной методике с применением предложенных показателей.

Данная экономико-математическая модель процедуры многофакторной оценки предприятий, отбираемых для включения в ИС, по финансово-экономическому обеспечению, обеспеченности научно-производственными кадрами, опытно-экспериментальными и испытательными средствами, новыми материалами, необходимыми капитальными вложениями построена на основе данной модели ИС и способна производить все предусмотренные государственными и корпоративными планами изделия при заданном уровне финансирования с минимально допустимым риском.

Разработан специальный математический аппарат, составляющий основу механизма формирования ИС, основанный на принципах конструктивно-технологической близости создаваемых образцов высокотехнологичной продукции с длительным жизненным циклом, позволяющий повысить обоснованность принимаемых решений по формированию интегрированных структур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Авдашева С.Б., Балюкевич В.П., Горбачев А.В. и др. (2000): Анализ роли интегрируемых структур на российских товарных рынках. М.: ТЕИС.
- Авдашева С.Б., Долгопятова Т.Г., Пляйнес Х. (2007): Корпоративное управление в АО с государственным участием: российские проблемы в контексте мирового опыта. М.: ГУ ВШЭ.
- Авдашева С., Шаститко А. (2003): Промышленная и конкурентная политика: проблемы взаимодействия и уроки для России // *Вопр. экономики*. № 9.
- Анисимов А.Н., Дементьев В.Е., Поршнев А.Г. (2006): Модернизация российской экономики и государственное управление. М.: КОМКНИГА.
- Багриновский К.А., Бендилов М.А., Хрусталёв Е.Ю. (2003): Механизмы технологического развития экономики России. М.: Наука.
- Бендилов М.А., Лавринов Г.А., Хрусталёв Е.Ю. (2005): Механизмы развития производственных структур в оборонно-промышленном комплексе. М.: ЦЭМИ РАН.
- Бендилов М.А., Хрусталёв Е.Ю. (2006): Основы государственной политики инновационного развития российской экономики // *Федеративные отношения и региональная социально-экономическая политика*. № 3.

- Бендиков М.А., Фролов И.Э.** (2007): Высокотехнологичный сектор промышленности России: состояние, тенденции, механизмы инновационного развития. М.: Наука.
- Варшавский А.Е.** (2008): Экономические проблемы разработки научно-технической и инновационной политики России в условиях глобализации // *Концепции*. № 2.
- Ганичев Н.А., Фролов И.Э.** (2009): Формирование государственной корпорации “Ростехнологии”: риски и последствия для высокотехнологичного сектора. В сб.: “*Научные труды Института народнохозяйственного прогнозирования РАН*”. М.: МАКС Пресс.
- Дементьев В.Е.** (2000): Финансово-промышленные группы в стратегии реформирования российской экономики // *Российский экономический журнал*. № 11–12.
- Дементьев В.Е.** (2007а): Российские финансово-промышленные группы: опыт интеграции сетевого типа // *Менеджмент и бизнес-администрирование*. № 1.
- Дементьев В.Е.** (2007б): Корпоративные планы как инструмент корпоративного управления в компаниях с государственным участием // *Проблемы теории и практики управления*. № 8.
- Егорова Н.Е., Котляр Э.А.** (2005): Организационно-экономические основы эффективного взаимодействия российских предприятий, финансовых институтов и органов регионального управления. М.: Прометей.
- Ерзнкян Б.А.** (2007): Механизмы управления межфирменными отношениями: теоретические аспекты // *Микроэкономика*. № 2.
- Клейнер Г.Б.** (2005): Системно-интеграционная теория предприятия // *Montenegrin J. of Economics*. Vol. 1. № 2.
- Косачев Ю.В.** (2008): Математическое моделирование интегрированных финансово-промышленных систем. М.: Логос.
- Кузык Б.Н.** (2004): Высокотехнологический комплекс в экономической системе России: Научный доклад. М.: Ин-т экономических стратегий.
- Курченков В.В., Токмаков В.И.** (2001): Интеграционно-системные преобразования в современном производстве: основные тенденции и формы. Волгоград: Изд-во ВолГУ.
- Лавринов Г.А., Хрусталёв Е.Ю.** (2005): Формирование интегрированных структур в военно-промышленном комплексе // *Менеджмент в России и за рубежом*. № 3.
- Инновационный менеджмент (2004): Инновационный менеджмент в России: вопросы стратегического управления и научно-технологической безопасности / Макаров В.Л., Варшавский А.Е. (рук. авт. колл.). М.: Наука.
- Макаров Ю.Н., Хрусталёв Е.Ю.** (2009а): Концепция развития ракетно-космической промышленности (состояние и тенденции развития) // *Концепции*. № 2.
- Макаров Ю.Н., Хрусталёв Е.Ю.** (2009б): Современное финансовое состояние отечественной ракетно-космической промышленности. В сб.: “*Модели и методы инновационной экономики*”. Вып. 1. М.: МАОН.
- Маевский В.И., Кузык Б.Н.** (2003): Условия развития высокотехнологичного комплекса // *Вопросы экономики*. № 2.
- Стратегии бизнеса (1998): Стратегии бизнеса: Аналитический справочник / Под ред. Г.Б. Клейнера. М.: КОНСЭКО.
- Фролов И.Э.** (2004): Наукоемкий сектор промышленности РФ: экономико-технологический механизм ускоренного развития. М.: МАКС Пресс.
- Хрусталёв Е.Ю.** (2005): Метод оценки рисков при создании наукоемкой продукции // *Финансовый бизнес*. № 4.
- Хрусталёв О.Е.** (2007): Алгоритм отбора наукоемких предприятий в интегрированные комплексы // *Обозрение прикладной и промышленной математики*. Т. 14. Вып. 2.
- Хрусталёв Е.Ю.** (2008): Методология и инструментарий интеграции наукоемких предприятий. В сб.: “*Теория и практика институциональных преобразований в России*”. Вып. 11. М.: ЦЭМИ РАН.
- Codignola L.** (2009): Humans in Outer Space – Interdisciplinary Odysseys. Studies in Space Policy. Vol. 1. Wien: Springer-Verlag.
- Ehrenfreund P., Peter N.** (2009): Toward a Paradigm Shift in Managing Future Global Space Exploration Endeavors // *Space Policy*. Vol. 25. № 4.

- Fort B.** (2009): Space 2.0: Bringing Space Tech Down to Earth // *The Space Rev.* April 27. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.thespacereview.com/article/1362/1>, свободный. Загл. с экрана. Яз. англ.
- Hobe D.S., Kerner I., Mey J.H.** (2009): Procurement in the European Space Sector. 60th IAC Congress, Daejeon, Republic of Korea, October 12–16. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.iafastro.net/download/congress/IAC-09/DVD/full/IAC-09/E8/4/manuscripts/IAC-09.E8.4.12.pdf>, свободный. Загл. с экрана. Яз. англ.
- Olson J., Martin G.** (2009): Commercialization is Required for Sustainable Space Exploration and Development. 60th IAC Congress, Daejeon, Republic of Korea, October 12–16, 2009. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.iafastro.net/download/congress/IAC-09/DVD/full/IAC-09/E6/3/manuscripts/IAC-09.E6.3.4.pdf>, свободный. Загл. с экрана. Яз. англ.
- Space Act (2008): Space Act Agreements Guide. NASA Advisory Implementing Instruction. NAII 1050-1A, National Aeronautics and Space Agency. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.nasa.gov/pdf/289016main_Space%20Act%20Agreements%20Guide%202008.pdf, свободный. Загл. с экрана. Яз. англ.
- State of the Satellite Industry Report (2009): State of the Satellite Industry Report. Satellite Industry Association. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.sia.org/news_events/2009_State_of_Satellite_Industry_Report.pdf, свободный. Загл. с экрана. Яз. англ.

Поступила в редакцию
26.01.2010 г.

Mechanisms of Restructuring the Science-Intensive Industries (The Example of Rocket & Space Industry)

Yu.N. Makarov, Ye.Yu. Khrustalev

Model of restructuring science-intensive industrial complex considered. Being based on the principle of constructive and technological affinity of the products, it allows to improve the effectiveness of complex functioning and increase the quality of management of high-tech products of different purposes. Basic principles and stages of creating big integrated structures concerned.

Keywords: rocket & space industry, rocket & space techniques, engineering and economic indexes, integration processes, models of restructuring, industrial and economic activity, financial and economic parameters of an enterprise.