

МОДЕЛЬ КООПЕРАЦИИ РОССИЙСКОЙ И ЗАРУБЕЖНОЙ НАУКОЕМКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В СФЕРЕ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК

С помощью упрощенной модели проведен анализ заинтересованности российских и зарубежных наукоемких производств в кооперации на стадии поисковых исследований и инновационных разработок. Выявлен и объяснен парадоксальный эффект возможного снижения заинтересованности в такой кооперации при усложнении исследований и разработок.

Ключевые слова: конкуренция, кооперация, экономические стимулы, исследования, разработки, наукоемкая продукция

Введение

Для обеспечения экономически эффективных объемов продаж наукоемким отраслям российской промышленности необходим выход на мировой рынок. Однако многие из этих отраслей испытывают проблемы с обеспечением конкурентоспособности даже на внутреннем рынке. Необходимо признать, что потенциал отечественной наукоемкой промышленности подорван настолько, что она не сможет успешно конкурировать во всех сегментах соответствующих рынков [3]. И поэтому в условиях жестких финансовых ограничений необходимо четко выбирать приоритеты. Как показано в наших предшествующих работах [5], долгосрочные планы развития отечественной наукоемкой промышленности должны быть нацелены не столько на увеличение доли занимаемой российскими предприятиями на существующих рынках, сколько на поиск новых рыночных ниш, обладающих достаточной емкостью.

Создание научного и технологического задела, необходимого для освоения новой ниши рынка наукоемкой продукции, а также создание соответствующей инфраструктуры, необходимой для использования инновационных изделий, могут потребовать значительных инвестиций. Возможно, что освоение принципиально новой ниши рынка наукоемкой продукции, позволяющее радикально повысить его емкость, потребует на стадии исследований и разработок объединения усилий разных стран, их научного и финансового потенциала (причем в дальнейшем они вновь могут конкурировать, предлагая различные типы изделий нового вида). Насколько реализуема такая кооперация российской и зарубежной наукоемкой промышленности, и в каких условиях она будет наиболее эффективной для всех заинтересованных сторон? В данной работе эти проблемы исследуются на примере авиационной отрасли. Однако предлагаемый методологический аппарат, а также некоторые качественные выводы исследования могут представлять интерес для большин-

¹ Русанова Анастасия Леонидовна – аспирант Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН; e-mail: nasty-ona@kwinto.ru

ства отраслей российской наукоемкой промышленности.

Как показано, например, в работах Нобелевского лауреата по экономике 2009 г. Э. Острём, координация игроков существенно облегчается в условиях, когда они сталкиваются с серьезными общими проблемами. Даже с учетом безусловного превосходства мировых лидеров инновационного технологического развития над российской наукоемкой промышленностью, их экономическое положение нельзя априори считать благополучным в долгосрочной перспективе. Например, авиационная промышленность в глобальном масштабе сталкивается в своем развитии с серьезными вызовами, системными противоречиями социально-экономического, экологического и др. характера. Емкость традиционных сегментов рынка гражданской авиатехники в долгосрочной перспективе сокращается, и даже для нынешних победителей в конкурентной борьбе усиливаются стимулы к поиску новых рынков большой емкости, способов преодоления энергетических и экологических противоречий и т.п. Решение этих проблем может потребовать совместных усилий авиастроителей разных стран.

В работах целого ряда выдающихся экономистов убедительно показано, что кооперация является во многих случаях обоюдовыгодной по сравнению с конкуренцией. Такой вывод следует даже из анализа простейших моделей рыночной конкуренции (например, модели дуополии Курно, Штакельберга и модель картеля [7]). Однако на стадии серийного производства и продажи продукции кооперация может быть ограничена законодательно по соображениям защиты конкуренции, предотвращения монополизации рынков. Относительно свободно фирмы могут кооперироваться (в т.ч. и в международном масштабе) на стадии НИОКР. В дальнейшем – на стадии

серийного производства и т.д. – партнеры по НИР вновь становятся конкурентами. Экономическая эффективность совместных НИР исследована в целом ряде работ российских и зарубежных авторов, см., например, [8]. Прежде всего, в этих работах учитывается, что кооперация позволяет каждому участнику сократить затраты на НИР, которые составляют в наукоемких отраслях значительную долю себестоимости продукции. В данной работе особое внимание уделяется иным – не стоимостным, а временным – аспектам конкуренции и кооперации на рынках инновационной продукции.

Модель кооперации наукоемких производств на стадии исследований и разработок

При осуществлении радикальных инновационных прорывов особое значение приобретают так называемые *поисковые* НИР [1, 9, 10], в ходе которых выявляются принципиальные возможности достижения целевого уровня характеристик перспективной продукции на основе имеющегося фундаментального научного задела. При этом априори неизвестно, какие именно конструктивно-технологические решения позволят достичь успеха. В этих условиях диверсификация направлений поисковых НИР позволяет сократить ожидаемое время достижения требуемого результата и риск запаздывания с выходом на рынок. Для количественного моделирования этого эффекта в работе [2] предлагается следующий подход. Если успех (т.е. целевой уровень характеристик перспективной продукции) в отдельном поисковом проекте достигается, в среднем, за τ лет, можно приближенно считать, что вероятность достижения успеха в течение года равна $\frac{1}{\tau}$, вероятность недостижения успеха – $\left(1 - \frac{1}{\tau}\right)$. Если параллель-

но реализуется n проектов, независимых друг от друга, вероятность того, что ни в одном проекте в течение года не будет достигнуто успеха, равна $\left(1 - \frac{1}{\tau}\right)^n$. Соответственно вероятность успеха хотя бы одного поискового проекта в течение года равна $\left[1 - \left(1 - \frac{1}{\tau}\right)^n\right]$. Естественно, если хотя бы в одном проекте удастся достичь целевого уровня характеристик, вся программа НИР считается успешно завершённой. Таким образом, вероятность того, что программа поисковых НИР будет успешно завершена ровно за $T_{\text{НИР}}$ лет, определяется следующей формулой:

$$P\{T_{\text{НИР}}\} = \left[1 - \left(1 - \frac{1}{\tau}\right)^n\right]^T \cdot \left(1 - \frac{1}{\tau}\right)^{n(T_{\text{НИР}} - 1)} \quad (1)$$

(успех в году $T_{\text{НИР}}$ и неудачи в предыдущие годы считаются в данной модели независимыми событиями). Таким образом, чем шире спектр направлений поиска, тем меньше ожидаемое время завершения программы НИР. Однако реализация большего числа исследовательских проектов требует большего объема финансовых и др. ресурсов.

На данный момент позиции большинства отраслей российской наукоемкой промышленности на мировом, да и на внутреннем рынках, чрезвычайно слабы, [3]. Причем если в серийном производстве еще остается ряд конкурентоспособных продуктов, созданных в советскую эпоху (например, истребители 4-го поколения, вертолеты тяжелого класса), то в сфере перспективных исследований и разработок за последние десятилетия наметилось угрожающее отставание. Фактически необходимо рассматри-

вать взаимодействие двух чрезвычайно неравноправных участников: обобщенной зарубежной наукоемкой промышленности A и отечественной B .

Необходимо определить такие условия, когда конкуренты будут вынуждены объединиться на стадии поисковых НИР, даже если какой-то игрок обладает подавляющим превосходством и может, в принципе, реализовать инновационный прорыв своими силами. В качестве примера можно рассмотреть аэрокосмическую индустрию США и российское авиостроение. Принимая решение о сотрудничестве, более сильный игрок сознает, что по окончании НИР будет иметь конкурента на стадии серийного производства, а в противном случае такой конкурент появился бы, вероятнее всего, гораздо позже, или не появился бы вовсе. Что может заставить лидера пойти на сотрудничество с относительно слабым партнером?

Временной фактор чрезвычайно значим на рынках наукоемкой продукции даже в отсутствие прямой конкуренции, поскольку в условиях динамичного инновационного развития длительность НИОКР по порядку величины становится сравнимой с общей продолжительностью жизненного цикла данного поколения продукции, т.е. даже монополист на таких рынках фактически конкурирует с производителями продукции следующего поколения. И это соображение может оказаться существеннее, чем опасность появления прямого конкурента на рынке изделий данного поколения.

Для проверки данной гипотезы построим следующую экономико-математическую модель на основе подходов, реализованных в работах [2, 5]. Пусть сильный конкурент реализует n^A направлений поисковых НИР, а слабый – n^B направлений, $n^B < n^A$ (в силу ограниченности текущего финансирования, материально-технической базы и ка-

дрового потенциала). На практике можно считать реалистичными следующие максимальные количества направлений поисковых НИР: $n^A = 3-4$; $n^B = 1-2$. В работе [2] показано, что оптимальное (с точки зрения максимизации прибыли в условиях временной конкуренции) количество поисковых проектов, как правило, выше реально возможного (исходя из наличия разнообразных идей, квалифицированных исследовательских коллективов, материально-технической базы и т.п.) количества направлений поиска. Поэтому в данной работе, в отличие от [2], не ставится задача оптимизации числа поисковых исследовательских проектов и считается, что каждый конкурент реализует максимально возможное их число.

Согласно формуле (1), если успех одного поискового проекта достигается, в среднем, за τ лет, вероятность того, что I -й игрок, $I = A, B$, завершит поисковые НИР за $T_{\text{НИР}}^I$ лет, определяется следующим образом:

$$P\{T_{\text{НИР}}^I\} = \left[1 - \left(1 - \frac{1}{\tau}\right)^n\right] \cdot \left(1 - \frac{1}{\tau}\right)^{n(T_{\text{НИР}}^I - 1)}. \quad (2)$$

Если финансирование одного проекта в течение года требует затрат на уровне $c_{\text{проект}}$, тогда, согласно модели, приведенной в [4], ожидаемые значения длительности и стоимости НИР при изолированной работе фирм можно оценить по следующим формулам:

$$\begin{aligned} \bar{T}_{\text{НИР}}^I &\approx \sum_{T_{\text{НИР}}^I} T_{\text{НИР}}^I \cdot P\{T_{\text{НИР}}^I\} = \\ &= \frac{1}{1 - \left(1 - \frac{1}{\tau}\right)^n}, \quad I = A, B; \end{aligned} \quad (3)$$

$$\bar{C}_{\text{НИР}}^I = c_{\text{проект}} \cdot n^I \cdot \bar{T}_{\text{НИР}}^I = \frac{c_{\text{проект}} \cdot n^I}{1 - \left(1 - \frac{1}{\tau}\right)^n}, \quad I = A, B, \quad (4)$$

причем $\bar{T}_{\text{НИР}}^B < \bar{T}_{\text{НИР}}^A$, $\bar{C}_{\text{НИР}}^A > \bar{C}_{\text{НИР}}^B$, поскольку $n^B < n^A$.

Если фирмы сотрудничают на этапе поисковых НИР, каждая из них может пользоваться результатами успешных исследовательских проектов фирмы-партнера. Если все направления поиска, реализуемые фирмами A и B , не совпадают, тогда число совместно реализуемых поисковых проектов определяется как $n^{\text{сов}} = n^A + n^B$. Разумеется, в том случае, когда все n^B направлений поиска, реализуемые слабым конкурентом, входят и в n^A направлений, реализуемых более сильной фирмой, для последней исчезают все стимулы к кооперации с бесполезным для нее партнером. Поэтому в общем случае можно считать, что $n^A < n^{\text{сов}} \leq n^A + n^B$. Пользуясь той же моделью [2], можно выразить ожидаемые длительность и стоимость совместно проводимых НИР при кооперации:

$$\bar{T}_{\text{НИР}}^{\text{совм}} = \frac{1}{1 - \left(1 - \frac{1}{\tau}\right)^{n^{\text{совм}}}}; \quad (5)$$

$$\bar{C}_{\text{НИР}}^{\text{совм}} = \frac{c_{\text{проект}} \cdot n^{\text{совм}}}{1 - \left(1 - \frac{1}{\tau}\right)^{n^{\text{совм}}}}. \quad (6)$$

Распределение между партнерами затрат на совместно проводимые НИР может быть различным. Наиболее простой и, на первый взгляд, естественный вариант таков: стороны могут финансировать каждая свои проекты в таких же объемах, как и при изолированной работе, получая выигрыш за счет меньшего ожидаемого времени завершения поисковых НИР. Однако такой вариант распределения затрат, как будет показано ниже, не является единственно возможным и не всегда оказывается наиболее эффективным.

Поскольку $n^B < n^A$, $\bar{T}_{\text{НИР}}^{\text{совм}} < \bar{T}_{\text{НИР}}^A$, но $\bar{T}_{\text{НИР}}^{\text{совм}} < \bar{T}_{\text{НИР}}^B$; а также $\bar{C}_{\text{НИР}}^{\text{совм}} \approx \bar{C}_{\text{НИР}}^A$. Со- поставление формул (3) и (5), (4) и (6)

показывает, что совместное проведение поисковых НИР, прежде всего, выгодно слабому конкуренту, который иначе, вероятнее всего, вышел бы на рынки слишком поздно, что может привести к убыточности всей программы (т.е. проявится эффект блокировки). Сам по себе этот вывод тривиален и отражен в широко распространенных рекомендациях, даваемых российской наукоёмкой промышленности: начинать все масштабные инновационные проекты исключительно в кооперации с ведущими зарубежными компаниями и исследовательскими центрами. Однако здесь большее внимание уделяется иному вопросу: при каких условиях кооперация на стадии НИР может быть выгодна и более сильному игроку?

Можно учесть ограниченность ресурсов и производственных мощностей, тогда слабый конкурент, возможно, не составит заметной конкуренции лидеру в период продаж, и воспользоваться его исследовательским потенциалом будет полезнее даже с учетом утраты определенной доли рынка. Можно поставить обратную задачу: какую максимальную долю рынка (либо объем продаж в абсолютных единицах) согласен отвести лидер аутсайдеру, чтобы и лидеру было выгоднее объединиться с аутсайдером на стадии НИР? Как реализовать такой раздел сфер влияния (с учетом антимонопольных ограничений) – предмет отдельного анализа. Однако, во-первых, как отмечено выше, выпуск слабого конкурента может быть ограничен по объективным причинам; во-вторых, антимонопольные ограничения особенно сильны на национальном уровне, а на мировом рынке они, как показывает реальный опыт, практически не ограничивают преобладание нескольких господствующих фирм. В качестве примера приведем проект создания реактивного учебно-тренировочного само-

лета российским ОКБ им. Яковлева и итальянской фирмой *Alenia Aermacchi*. Созданные в рамках этого проекта изделия известны под названиями Як-130 и *Aermacchi M-346*. Договор между партнерами предусматривал раздел регионов продажи будущих изделий: если российские самолеты могут продаваться, главным образом, на рынках стран СНГ и некоторых стран третьего мира, то итальянская фирма имеет преимущественные права на рынках стран-членов НАТО и их союзников. Кроме того, итальянский партнер получил еще и значительное временное преимущество по причине дефицита финансирования доводки и ТПП российского самолета, вызвавшей задержку его выхода на рынки. Сократившийся за кризисные годы производственный потенциал российского авиастроения не позволяет ему составить значительную конкуренцию зарубежным производителям и с количественной точки зрения.

Экономико-математическая модель поисковых НИР, предложенная в работе [2], является чрезвычайно упрощенной и не учитывает целого ряда факторов, которые в реальности могут обусловить сильную заинтересованность ведущих зарубежных центров наукоёмкой индустрии в сотрудничестве с российскими наукой и промышленностью. Прежде всего, все направления поисковых НИР в этой модели рассматриваются как равноправные, обезличенные. На практике среди возможных направлений поиска всегда можно выделить более и менее перспективные, обещающие успех в относительно ранние или поздние сроки, требующие различного объема затрат и т.п. И даже несмотря на значительную потерю научно-технического и кадрового потенциала, происшедшую в последние годы, российская наукоёмкая промышленность еще обладает *ключевыми компетенциями* по ряду направле-

ний, которые представляются весьма перспективными для создания качественно новых поколений наукоемкой продукции. Наличие ключевых компетенций здесь означает, что зарубежные партнеры не смогут в обозримом будущем реализовать эти направления поиска при любом объеме финансирования. Такое положение дел может сложиться благодаря значительному заделу, накопленному отечественными наукой и промышленностью еще в советскую эпоху, за долгие годы исследований и при наличии необходимого ресурсного обеспечения. В приведенном выше примере совместного проекта ОКБ им. А.С. Яковлева и *Alenia Aermacchi* требовалось создание принципиально нового, «прорывного» поколения УТС, которое позволит непосредственно готовить летчиков к пилотированию современных и перспективных истребителей 4–5-го поколений. Такая возможность реализуется за счет совершенной аэродинамической компоновки самолета и адаптивной, перенастраиваемой электродистанционной системы управления (ЭДСУ), в которую можно заложить динамическую модель того или иного типа реальных боевых самолетов и, следовательно, имитировать особенности управления им. При этом конструкция самолета обладает большим потенциалом создания на ее базе модификаций различного назначения (от учебно-боевых до легких административных самолетов). Как показало развитие проекта, аэродинамика самолета и характеристики двигателей позволяют ему успешно преодолевать звуковой барьер (что было продемонстрировано в летных испытаниях итальянской версии *Aermacchi M-346*), а взлетно-посадочные характеристики – создать палубную модификацию. На данный момент это один из самых востребованных УТС в своем классе на мировом рынке, благодаря

своим выдающимся характеристикам с большим преимуществом выигрывающий конкурсы, проводимые ВВС разных стран мира [6]. Ключевыми компетенциями, необходимыми для создания такого «прорывного» в своем сегменте продукта, обладало именно ОКБ им. А.С. Яковлева, а итальянский партнер обладал современными технологиями автоматизированного проектирования летательных аппаратов, возможностями продвижения будущего изделия на рынки и финансовыми возможностями, необходимыми для проведения НИОКР (что было критически важным на фоне бедственного положения российских научно-исследовательских и проектных организаций на момент принятия решений о кооперации). Другие примеры наличия у российских предприятий ключевых научно-технических компетенций в аэрокосмической промышленности приведены в [4]. Также существенный задел накоплен отечественной наукой, например, в сфере новых энергетических технологий – управляемого термоядерного синтеза и т.п. [3].

Чтобы отразить в моделях эффект наличия ключевых компетенций у того или иного игрока, можно более детально рассмотреть возможные ограничения, действующие на этапе поисковых НИР. Так, российские наука и промышленность могут обладать ключевыми компетенциями в $n_{\text{потенц}}^B$ направлениях поиска, однако имеющееся в стране ресурсное обеспечение может быть достаточным для полноценного развития лишь $n_{\text{обеспеч}}^B < n_{\text{потенц}}^B$ проектов (как правило, на практике $n_{\text{обеспеч}}^B = 1$ или даже 0). Зарубежным партнерам может быть выгодно обеспечить российским предприятиям необходимые финансирование, материально-техническую базу и т.п. с целью расширения спектра направлений поисковых исследований и доступа

к наиболее перспективным из этих направлений.

Модифицируем с учетом приведенных выше соображений экономико-математическую модель, предложенную автором в работе [5]. По сравнению с этой моделью достаточно будет рассмотреть лишь один – новый рыночный сегмент. Несмотря на то, что и российская, и зарубежная промышленность продолжают работу и на традиционных рынках наукоемкой продукции, можно считать, что новый сегмент, предполагающий кардинальное повышение доступности высокотехнологичных благ, будет слабо связан с традиционными как в технологическом отношении, так и с точки зрения потенциальных потребителей. У каждого из игроков есть две возможные стратегии:

- I – проводить поисковые НИР изолированно, стремясь опередить конкурента;
- II – вступить в кооперацию на стадии поисковых НИР.

Естественно, кооперация возможна лишь в том случае, когда обе стороны выбирают стратегию II. Поскольку кооперация не может быть односторонней, она должна быть выгоднее конкуренции для обеих сторон. Причем, как обосновано выше, наибольшее внимание следует уделить заинтересованности более сильного игрока. Для него, в принципе, можно рассмотреть не одну, а две возможные стратегии кооперации:

- II' – финансировать только свои исследовательские проекты, заключив с игроком B соглашение о совместном использовании результатов НИР друг друга;
- II'' – финансировать, помимо собственных проектов, также $\left(n_{\text{потенц}}^B - n_{\text{обеспеч}}^B \right)$ направлений НИР, в которых игрок B обладает ключевыми компетенциями, одна-

ко не может обеспечить их реализацию самостоятельно.

В качестве целевой функции игроков можно рассматривать ожидаемую прибыль за весь ЖЦИ, с учетом случайного времени достижения успеха поисковых НИР, или чистую текущую стоимость программы (что более корректно с учетом большой длительности ЖЦИ). Подчеркнем, что было бы некорректным оценивать все экономические характеристики модели на основе ожидаемого времени окончания НИР каждым игроком (поскольку даже при $\bar{T}_{\text{НИР}}^A < \bar{T}_{\text{НИР}}^B$ возможно: $T_{\text{НИР}}^A > T_{\text{НИР}}^B$) – следует рассматривать значения этих характеристик $\left(T_{\text{НИР}}^A; T_{\text{НИР}}^B \right)$ при различных сочетаниях времени окончания НИР каждым игроком, и лишь затем проводить усреднение. Например, ожидаемое значение прибыли I -го игрока, $I = A, B$, оценивается по следующей формуле (здесь завершение НИР отдельной фирмой рассматривается как независимое от успеха НИР фирмы-конкурента):

$$\bar{\Pi}^{IA} = \sum_{T_{\text{НИР}}^A=1}^{T_{\text{ЖЦИ}}} \sum_{T_{\text{НИР}}^B=1}^{T_{\text{ЖЦИ}}} P\{T_{\text{НИР}}\} \cdot P\{T_{\text{НИР}}^B\} \cdot \Pi^I(T_{\text{НИР}}^A; T_{\text{НИР}}^B), \quad (7)$$

где $P\{T_{\text{НИР}}^I\}$, $I = A, B$ – вероятность того, что I -й игрок завершит поисковые НИР за $T_{\text{НИР}}^I$ лет, которую можно оценить по приведенной выше формуле (2).

Анализ эффективности международной кооперации в сфере исследований и разработок

В рамках предлагаемого здесь подхода можно провести анализ оптимальных стратегий поведения российской и обобщенной зарубежной наукоемкой промышленности в зависимости от следующих факторов:

- экономических параметров новой рыночной ниши (натуральной и стоимостной емкости, параметров себестоимости изделий, ожидаемой продолжительности ЖЦИ и др.) и распределения объемов продаж между конкурентами на стадии серийного производства;
- ожидаемой продолжительности поискового исследовательского проекта (до момента достижения успеха) τ и среднегодовой стоимости его финансирования $c_{\text{проект}}$;
- наличия у российской промышленности ключевых компетенций в том или ином количестве направлений поисковых НИР, а также объемов ресурсного обеспечения этих НИР.

Параметрические расчеты, проведенные с помощью описанной модели, позволяют выявить влияние перечис-

ленных факторов на возможности кооперации российской и зарубежной наукоемкой промышленности при создании принципиально новых поколений продукции. Результаты расчетов наглядно представляются в виде следующей диаграммы, рис. 1.

На данной диаграмме по вертикальной оси отображается ожидаемое распределение объемов продаж между игроками в период конкуренции. У нижнего края доля игрока B на конкурентном рынке α^B равна нулю, а доля его конкурента α^A соответственно 100 %, у верхнего края – наоборот. По горизонтальной оси может отображаться какой-либо параметр модели, влияние которого в данный момент изучается. На приведенном рисунке в качестве такого выбрана ожидаемая длительность достижения успеха в одном поисковом проекте τ (поскольку именно неопределенность

100 %	-A							
95 %								
90 %								
85 %								
80 %	K							
75 %	K	K	K					
70 %	K	K	K	K				
65 %	K	K	K	K	K	K		
60 %	K	K	K	K	K	K	K	K
55 %	K	K	K	K	K	K	K	K
50 %	K	K	K	K	K	K	K	K
45 %	K	K	K	K	K	K	K	K
40 %	K	K	K	K	K	K	K	K
35 %	K	K	K	K	K	K		
30 %	K	K	K	K				
25 %	K	K	K					
20 %	K							
15 %								
10 %								
5 %								
0 %	-B							
доля B								
τ , лет	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5

Рис. 1. Влияние длительности поисковых НИР и распределения объемов продаж на стимулы к кооперации

этого времени и стремление сократить ожидаемую продолжительность поисковых НИР, а также риск их затягивания заставляют искать новые формы их организации, изучаемые в данной главе). На диаграмме выделены области параметров, в пределах которых кооперация на стадии поисковых НИР является обоюдовыгодной (серая заливка, индекс «К») и области, в которых какие-либо игроки вообще покидают рынок (черная заливка, индекс «-А», если уходит игрок А, и «-В», если уходит игрок В). В остальных областях оба игрока остаются на рынке (т.е. получают положительную прибыль за весь ЖЦИ), но предпочитают проводить поисковые НИР самостоятельно.

В расчетах используются следующие исходные данные. Суммарные длительности ОКР и ТПП для обоих игроков составляют $T_{\text{ОКР+ТПП}}^A = T_{\text{ОКР+ТПП}}^B = 5$ лет, а суммарные затраты каждого производителя на этих стадиях ЖЦИ равны $C_{\text{ОКР+ТПП}}^A = C_{\text{ОКР+ТПП}}^B = 4$ млрд долл. Удельные материальные затраты на 1 изделие для обоих производителей равны $c_{\text{мат}}^A = c_{\text{мат}}^B = 50$ млн долл./ед., а стоимостные трудозатраты на первое изделие составляют для обоих $c_{\text{тр}}^A(1) = c_{\text{тр}}^B(1) = 100$ млн долл. Темпы обучения в процессе производства равны $\lambda = 15\%$. Равновесные цены на монополизированном и конкурентном рынках составляют, соответственно, $p_{\text{мон}} = 120$ млн долл./ед. и $p_{\text{конк}} = 100$ млн долл./ед., а среднегодовой рыночный спрос в этих условиях составляет, соответственно, $q_{\text{мон}} = 250$ ед./г и $q_{\text{конк}} = 300$ ед./г. Общая продолжительность ЖЦИ данного поколения изделий равна $T_{\text{жци}} = 20$ лет. Стоимость финансирования одного поискового проекта составляет для любого участника $c_{\text{проект}}^A = c_{\text{проект}}^B = 500$ млн долл./г. Эти исходные данные, разумеется, являются

условными, но реалистичны и по порядку величины соответствуют рынку широкофюзеляжных пассажирских самолетов.

В этом простейшем примере пока предполагается, что каждый игрок в одиночку мог бы реализовать один поисковый проект ($n^A = n^B = 1$), а при объединении усилий реализуются оба проекта ($n^{\text{совм}} = 2$), а каждый участник по-прежнему финансирует свой проект, но результаты поисковых НИР, в случае успеха какого-либо игрока, становятся доступны обоим. Оптимизация количества направлений поиска, в отличие от работы [2], в данном упрощенном примере не проводится (хотя предлагаемая модель и расчетная программа позволяют ее провести). Наличие у игроков ключевых компетенций в определенных направлениях инновационного развития, возможное совпадение отдельных направлений поиска, смешанные схемы финансирования поисковых НИР при кооперации и т.п. – все эти факторы также могут быть учтены в рамках разработанных модели и компьютерной программы. Здесь основное внимание будет уделено некоторым неочевидным эффектам, которые проявляются даже при самых простых предположениях.

Парадоксально на первый взгляд то, что вершина клиновидной области, в которой кооперация на стадии поисковых НИР взаимовыгодна, направлена в сторону увеличения ожидаемой длительности поискового проекта, см. рис. 1. Поскольку такое увеличение представляет собой ужесточение условий работы предприятий, было бы естественным ожидать, что при этом усилятся стимулы к сотрудничеству, но они ослабевают!

На рис. 2 изображена аналогичная диаграмма, но, по сравнению с исходными данными примера, изображенно на рис. 1, считается, что общая продолжительность ЖЦИ $T_{\text{жци}}$ сократилась до 15 лет.

Сравнение рис. 1 и 2 показывает, что при сокращении длительности ЖЦИ и/или при увеличении длительности ОКР и ТПП (т.е. при ужесточении временных ограничений) область предпочтительности кооперации сужается, т.е. клин становится уже, а его вершина смещается влево, в сторону меньшей ожидаемой длительности поискового проекта. Означает ли это, что, вопреки высказанным выше качественным соображениям, ужесточение условий не способствует кооперации?

Также на вышеприведенных рисунках видно, что области, в которых один из игроков покидает рынок, располагаются вблизи левого верхнего и нижнего углов диаграммы. Это соответствует подавляющему преобладанию другого игрока на рынке в период конкуренции (что вполне ожидаемо), а также малой

продолжительности поисковых НИР, что требует особого пояснения.

Детальный анализ поведения отдельных составляющих прибылей игроков в различных точках диаграммы позволяет объяснить эти интуитивно неочевидные эффекты следующим образом. Если известно, что в период конкуренции доля данного игрока на рынке будет малой, при кооперации на стадии поисковых НИР он заранее обрекает себя на то, что весь период продаж будет довольствоваться малой долей рынка. Если же игроки проводят поисковые исследования порознь, у такого игрока есть шанс выйти на рынок быстрее и какое-то время оставаться на нем монополистом. Причем чем выше ожидаемая длительность поисковых НИР, тем больше ожидаемая длительность этого монопольного периода. И чем меньше ожидаемая доля рынка

100 %	-А								
95 %									
90 %									
85 %									
80 %									
75 %									
70 %	К								
65 %	К	К							
60 %	К	К	К						
55 %	К	К	К	К					
50 %	К	К	К	К	К				
45 %	К	К	К	К					
40 %	К	К	К						
35 %	К	К							
30 %	К								
25 %									
20 %									
15 %									
10 %									
5 %									
0 %	-В								
доля В / Т, лет	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	

Рис. 2. Влияние длительности поисковых НИР и распределения объемов продаж на стимулы к кооперации (сокращенная продолжительность ЖЦИ)

данного игрока в конкурентный период, тем сильнее для него стимул проводить поисковые НИР самостоятельно. Ослабить этот стимул может лишь сокращение привлекательности монопольного присутствия на рынке, например резкое повышение ценовой эластичности спроса. Предположим, что при сохранении всех остальных исходных данных рассматриваемого расчетного примера спрос на монополизированном рынке составит $q'_m = 150$ единиц в год. Результаты расчетов приведены на рис. 3.

Сравнивая его с рис. 2, можно заметить, что область предпочтительности кооперации расширилась (как и области, соответствующие уходу игроков с рынка), но сохранила свою клиновидную форму.

Итак, удалось объяснить клиновидную форму области предпочтительности кооперации и изменение ее границ при ужесточении тех или иных условий ра-

боты предприятий. При одинаковых исходных параметрах обоих игроков, этот клин, как и следовало ожидать, симметричен относительно горизонтальной линии, проходящей на уровне 50 % (т.е. в период конкуренции оба игрока делят рынок поровну: $\alpha^A = \alpha^B = 0,5$), см. рис. 1–3. Если же один из игроков сильнее (т.е. сам способен осуществлять поиск в большем количестве направлений, чем его конкурент, либо обладает преимуществом в себестоимости разработки и производства изделий, в скорости их подготовки к производству и т.п. – качественное влияние всех подобных факторов одинаково), область предпочтительности кооперации расширяется в сторону более слабого игрока, т.е. для него стимулы к кооперации усиливаются. Также расширяется область, в которой более слабый игрок покидает рынок. Это можно видеть на рис. 4.

100 %	-A	-A						
95 %	-A							
90 %								
85 %								
80 %								
75 %	K	K						
70 %	K	K	K					
65 %	K	K	K	K	K			
60 %	K	K	K	K	K	K		
55 %	K	K	K	K	K	K	K	K
50 %	K	K	K	K	K	K	K	K
45 %	K	K	K	K	K	K	K	K
40 %	K	K	K	K	K	K		
35 %	K	K	K	K	K			
30 %	K	K	K					
25 %	K	K						
20 %								
15 %								
10 %								
5 %	-B							
0 %	-B	-B						
доля В								
Т, лет	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5

Рис. 3. Влияние длительности поисковых НИР и распределения объемов продаж на стимулы к кооперации (увеличенная эластичность спроса по цене)

Здесь, по сравнению с исходными данными рис. 2, стоимость ОКР и ТПП для игрока *B* увеличена до $C_{\text{ОКР+ТПП}}^B$, $C_{\text{ОКР+ТПП}}^B = 6$ млрд долл., а удельные материальные затраты возросли до $c_{\text{мат}}^B = 75$ млн долл. в расчете на одно изделие (т.е. обе величины возросли по сравнению с исходным уровнем и уровнем конкурента в 1,5 раза).

Суммируя наблюдения, сделанные на основе модельных расчетов, можно сделать следующие обобщения. Если на конкурентной стадии интересы какого-либо игрока будут сильно ущемлены, он предпочтет проводить поисковые НИР самостоятельно – в надежде на выигрыш во временной конкуренции и получение монопольной прибыли. Причем он сможет оставаться монополистом в течение длительного времени, если ожидаемая длительность поиско-

вых НИР велика. Если же она, в такой неравноправной ситуации, очень мала, данный игрок не имеет значимых шансов на длительное монопольное присутствие и, будучи практически обреченным на малые объемы продаж почти с самого начала ЖЦИ, возможно, предпочтет покинуть данный сегмент рынка. Как показал проведенный выше анализ, парадоксальный на первый взгляд эффект – ослабление стимулов к кооперации в сфере НИОКР при ужесточении условий работы наукоемкой промышленности – объясняется именно тем, что по условиям данной модели, по окончании НИОКР наступает период прямой, «лобовой» конкуренции игроков. Ее можно было бы избежать, если бы результаты совместных исследований и разработок (т.н. *технологические платформы* [1, 2]) игроки могли применить в различных сегментах рынков нау-

100 %	-A								
95 %									
90 %									
85 %									
80 %									
75 %									
70 %	K								
65 %	K	K							
60 %	K	K	K						
55 %	K	K	K	K					
50 %	K	K	K	K	K				
45 %	K	K	K	K	K	K			
40 %	K	K	K	K	K	K	K		
35 %	K	K	K	K	K	K	K	K	
30 %	K	K	K	K	K	K	K	K	K
25 %	K	K	K	K	K	K	K	K	K
20 %	K	K	K	K	K	K	K		
15 %	K	K	K	-B	-B	-B			
10 %	-B	-B	-B	-B	-B	-B			
5 %	-B	-B	-B	-B	-B	-B			
0 %	-B	-B	-B	-B	-B				
доля B									
Т, лет	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	

Рис. 4. Влияние длительности поисковых НИР и распределения объемов продаж на стимулы к кооперации (преимущество игрока *A* в стоимости и длительности ТПП)

коемкой продукции и по окончании НИР, в соответствии с полученными в работе [5] рекомендациями, разошлись бы по различным рыночным нишам. Если же игрок не может эффективно применить результаты совместных НИР на стадии производства и продажи продукции (а именно на этой стадии и проявляется коммерческий эффект НИОКР), кооперация на стадии исследований и разработок для него невыгодна. Заведомо неравноправные условия не способствуют взаимовыгодной кооперации, поскольку при этом игрок, интересы которого на стадии продаж ущемлены, фактически лишь передает результаты своих НИР (что особенно критично при наличии у него ключевых компетенций в отдельных направлениях) более сильному конкуренту. Эти соображения необходимо принимать при выработке политики России в сфере международного научно-технического сотрудничества.

Выводы

На стадии поисковых НИР конкуренты могут объединяться для обеспечения инновационного прорыва и сокращения длительности НИР. Такая кооперация может быть выгодна и слабым, и сильным участникам. Однако, если на стадии продаж доля какого-либо производителя заведомо мала, кооперация для него невыгодна. Причем чем выше ожидаемая длительность поисковых НИР (т.е. чем жестче условия), тем меньше стимулов к кооперации для данного игрока. Проводя поисковые НИР самостоятельно, он получает шанс выйти на рынок раньше и стать монополистом, если длительность поискового проекта высока, период возможного монопольного присутствия на рынке будет длиннее. Этот эффект противоречит стереотипному представлению, согласно которому любое ужесточение условий работы фирм усиливает стимулы к кооперации.

Список использованных источников

1. Гольдштейн Г.Я. Стратегический инновационный менеджмент. Таганрог: издательство ТРТУ, 2004. 267 с.
2. Иванова Н.В., Клочков В.В. Экономические проблемы управления высокорисковыми инновационными проектами в наукоемкой промышленности // Проблемы управления. 2010. № 2. С. 25–33.
3. Инновационный менеджмент в России: вопросы стратегического управления и научно-технологической безопасности / рук. авт. колл.: В.Л. Макаров, А.Е. Варшавский. М.: Наука, 2004. 880 с.
4. Клочков В.В. Управление инновационным развитием гражданского авиастроения. М.: МГУЛ, 2009. 280 с.
5. Клочков В.В., Русанова А.Л. Проблемы стратегического позиционирования российской наукоемкой промышленности (на примере гражданского авиастроения) // Экономическая наука современной России. 2009. № 4. С. 64–78.
6. ОАЭ выбрали М-346 «Мастер» победителем тендера на поставку УТС/УБС для ВВС страны // Сообщение АРМС-ТАСС. 26.02.2009.
7. Экономико-математический энциклопедический словарь. М.: Большая Российская Энциклопедия, 2003. 688 с.
8. Hinlopen J. Subsidizing R&D Cooperatives // De Economist. 2009. № 149. PP. 313–345.
9. Клочков В.В., Варюхина Е.В. Экономические аспекты определения ответственности производителей за отказы техники // Вестник УГТУ-УПИ. Серия экономика и управление. 2010. № 2.
10. Блинков М.О., Могиленских О.П. Показатели оценки функционирования организационно-экономического механизма реализации инновационного процесса // Вестник УГТУ-УПИ. Серия экономика и управление. 2010. № 3.