АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЕМКОСТИ РЫНКА НА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ НАУКОЕМКОЙ ПРОДУКЦИИ[1]

М. В. Тимченко, В. В. Клочков

В данной работе предлагаются подходы к оценке влияния масштаба рынков сбыта на конкурентоспособность сложных наукоемких изделий длительного пользования (на примере гражданской авиатехники). Особое внимание уделяется влиянию фактора масштаба на эффективность исследований и разработок, нацеленных на совершенствование продукции.

Введение

При открытии отечественного рынка и включении России в процессы глобализации чрезвычайно актуальной стала проблема обеспечения конкурентоспособности национальной экономики. И если считается желательном, чтобы Россия заняла место в мировом хозяйстве как страна с наукоемкой и высокотехнологичной экономикой, необходимо обеспечить конкурентоспособность соответствующих отраслей. Многие из них фактически неконкурентоспособны в настоящее время, что подтверждается мизерной долей России на мировых рынках наукоемкой продукции (даже с учетом спорного характера ее классификации и статистического измерения ее объема) — менее 1% [3]. Так, например, доля на мировом рынке российского гражданского авиастроения — одной из стратегически важных отраслей наукоемкой и высокотехнологичной промышленности — составляла в 2011 г. около 2%. Как причины такого положения дел, так и возможные пути его изменения являются предметом бурных дискуссий в среде экономистов и инженеров наукоемкой промышленности.

Широко распространена точка зрения, согласно которой изолированное развитие отечественной промышленности на сравнительно закрытом рынке СССР и СЭВ привело к ее деградации, отставанию от промышленности капиталистических стран. В то же время современная Россия — страна с рыночной капиталистической экономикой и открытыми рынками, однако конкуренция (в т. ч. с ведущими мировыми производителями наукоемкой продукции) не привела к расцвету наукоемких отраслей — напротив, поставила многие из них на грань выживания. Во многих работах теоретически доказано, что «равноправная» и «свободная» конкуренция производителей с существенно различающимся стартовым уровнем развития технологий и организации бизнеса вполне предсказуемо заканчивается поражением более слабого (точнее, менее приспособленного к принятым правилам игры), а для его развития требуется вводить на определенный период защиту от конкуренции, протекционистский режим. Этот тезис не противоречит реальному опыту ускоренного технологического развития ранее слаборазвитых стран — напри-

[1] Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект №11-08-00986).

мер, Южной Кореи и некоторых других стран Азии. Однако предлагая протекционистские меры, следует быть готовым к ответным шагам со стороны зарубежных партнеров, что может привести к ограничению рынков сбыта отечественной продукции. Дополнительную сложность этим проблемам придает свершившееся присоединение России к ВТО. Даже безотносительно к налагаемым этим фактом ограничениям, необходимо оценить, насколько емкими являются те рынки, на которые ориентируется российская наукоемкая промышленность и как фактор масштаба рынка влияет на конкурентоспособность наукоемкой продукции.

Эффективность наукоемкой продукции и ее взаимосвязь с емкостью рынка: качественный анализ

Прежде всего, необходимо четко определить, что такое конкурентоспособность продукции, чем она определяется и как измеряется. Согласно стандартному определению [15], это возможность продажи продукта в условиях превышения предложения над спросом. В свою очередь, рационально действующий потребитель выберет определенный продукт, если он обладает (для данного потребителя) более высокой экономической эффективностью, чем продукция конкурентов. Эффективностью же называется измеренное тем или иным образом соотношение затрат и результатов применения продукции по назначению. Следует подчеркнуть, что экономическая эффективность продукции индивидуальна для разных потребителей, что и позволяет сосуществовать на конкурентных рынках разным производителям. Относительно объективные критерии эффективности можно выработать для продукции производственного назначения. При ее выборе потенциальные заказчики действуют более рационально, чем при выборе потребительских товаров и услуг. В качестве основного объекта исследования в данной работе рассматривается гражданское авиастроение. Гражданские воздушные суда (ВС) используются перевозчиками-авиакомпаниями для извлечения доходов от оказания услуг (авиаперевозок). При этом если сравниваются ВС одного класса, обладающие приблизительно одинаковой пассажировместимостью, дальностью и скоростью полета, и т. п., которые могут использоваться на одних и тех же авиалиниях, то результаты их применения по назначению одинаковы или, по крайней мере, сопоставимы. В экономике транспорта для измерения транспортной работы используется показатель пассажирооборота, имеющий размерность пассажиро-километра (пасс.-км). В связи с этим распространенным критерием экономической эффективности пассажирских самолетов является стоимость пассажиро-километра, включающая в себя приведенные к пассажиро-километру затраты на приобретение ВС (т. е. амортизация), на авиатопливо (горюче-смазочные материалы, ГСМ), на техническое обслуживание и ремонт (ТОиР), на оплату труда экипажа, платежи за услуги аэропортов, навигационных служб, и т. д. [10].

Объемы выпуска наукоемких и высокотехнологичных изделий оказывают решающее влияние на их себестоимость. Во-первых, с ростом суммарного объема производства постоянные затраты на разработку изделий (научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, НИОКР) и технологическую подготовку их производства (ТПП) распределяются на большее количество изделий. Во-вторых, и удельные затраты на каждое последующее высокотехнологичное изделие сокращаются благодаря так называемому эффекту обучения [16]. Этими преимуществами в полной мере пользуются ведущие мировые производители, работающие на глобальном рынке. Например, наиболее распространенные в мире среднемагистральные пассажирские самолеты семейств Boeing-737 (США) и А-319/320/321 консорциума Airbus Industry (ЕС) выпущены в количестве нескольких тысяч единиц. На такое количество изделий распределяются постоянные затраты на их разработку, имеющие порядок нескольких миллиардов долларов, что, в свою очередь, определяет вклад средних постоянных затрат в себестоимость каждого изделия, при цене порядка 50–60 млн долл.

В предшествующих работах авторов (например в [7]) исследовалась проблема самодостаточности российского внутреннего рынка для экономически эффективного развития гражданского авиастроения. Основной качественный вывод, полученный в этих работах, таков: при реалистичных сценариях развития российского рынка авиаперевозок серийность выпуска отечественных воздушных судов исключительно для нужд российских авиакомпаний может оказаться малой (порядка нескольких сотен изде-

лий за весь период продаж одного поколения), в сравнении с зарубежными конкурентами, работающими на глобальном рынке. В свою очередь, малые, по сравнению с изделиями ведущих мировых производителей, объемы выпуска российских воздушных судов приведут к существенному (на десятки процентов) повышению их средней себестоимости, что сделает их неконкурентоспособными даже по цене. В то же время цена авиатехники составляет лишь малую часть полной стоимости владения (что характерно для многих изделий длительного пользования), в связи с чем вызванный удорожанием изделий проигрыш зарубежным конкурентам в суммарных эксплуатационных затратах и в суммарной стоимости авиаперевозок даже в пессимистических сценариях будет относительно невелик — порядка нескольких процентов. Однако и прочие составляющие эксплуатационных затрат — затраты на ТОиР, ГСМ и др. — также зависят от емкости рынка и численности парка изделий.

Так, например, с ростом численности парка сокращаются удельные затраты на логистическое обеспечение (т. е. снабжение запчастями, расходными материалами и т. п.), приходящиеся на одно изделие. Подробнее о методах их оценки см. в [5]. Затраты на плановое снабжение и поддержание запасов, покрывающих плановые потребности, можно оценить в первом приближении, пользуясь простейшей детерминированной моделью управления запасами и поставками — моделью Уилсона [14]. Согласно этой модели, с ростом численности парка изделий удельные затраты сокращаются обратно пропорционально корню из численности парка. Что касается затрат на поддержание страховых запасов, покрывающих непредвиденные потребности, и потерь из-за дефицита запчастей, они в общем случае не выражаются простой аналитической зависимостью, но также могут быть оценены при помощи стохастических моделей управления запасами [14]. И в данном случае ожидаемые удельные затраты и потери, приходящиеся на одно изделие, сокращаются по мере увеличения численности парка. Этот эффект связан с так называемым законом больших чисел: с ростом численности парка все менее вероятны большие отклонения фактической потребности в запчастях от ожидаемой, что позволяет обходиться без больших избыточных запасов, и в то же время не нести значительных потерь из-за дефицита запчастей. Напротив, чтобы гарантировать приемлемую вероятность наличия запчастей при малой численности парка, страховые запасы каждого вида деталей и узлов приближаются к их численности в составе самих изделий. Аналогичные эффекты проявляются и в сфере ТОиР. Процессы поступления изделий и их элементов в ремонт и выхода из ремонта также легче планировать при большей численности парка. При малой численности парка для обеспечения приемлемой готовности ВС к выполнению рейсов приходится содержать значительные (относительно численности парка) количества сменных агрегатов и ремонтные мощности. Это приводит к значительным финансовым потерям, ложащимся, в конечном счете, на потребителей. В. Окулов, тогдашний директор авиакомпании «Аэрофлот» заявлял в своем интервью [12], аргументируя нежелание приобретать отечественную авиатехнику, что для поддержания бесперебойной эксплуатации российского дальнемагистрального самолета Ил-96 приходится содержать запчастей на общую сумму около 1 млрд руб. Это утверждение вполне правдоподобно — хотя «Аэрофлот» и является крупнейшим эксплуатантом самолетов Ил-96 (6 ВС), но даже суммарная численность парка этих изделий в эксплуатации, составляющая чуть более десятка, является мизерной для того, чтобы проявился эффект больших чисел. Естественно, такое положение дел не способствует повышению конкурентоспособности отечественной авиатехники. Возникает замкнутый круг, или положительная обратная связь: низкая конкурентоспособность ограничивает объемы продаж изделий, что повышает стоимость их производства и эксплуатации, и т. д.

Следует подчеркнуть, что несмотря на наличие множества независимых авиакомпаний, нередко располагающих относительно небольшим парком изделий данного типа, важна именно суммарная численность парка в эксплуатации. Современная организация ТОиР и логистического обеспечения — во многом именно по описанным причинам (подробнее см. в [5]) — подразумевает, что эти виды деятельности берет на себя сам производитель этих изделий, или, по крайней мере, крупные сервисные компании, а не эксплуатанты. Однако если даже совокупная численность изделий в эксплуатации будет мала (порядка нескольких десятков или даже нескольких единиц, как для некоторых российских гражданских самолетов), тогда и сам производитель не сможет обеспечить низкие удельные

затраты на ТОиР и логистическое снабжение. В свою очередь, высокий уровень этих затрат будет переложен на потребителей и отрицательно скажется на конкурентоспособности продукции. Можно утверждать, что именно в такую «ловушку малочисленности» попали разработанные в середине и в конце 1980-х гг. отечественные гражданские самолеты семейств Ил-96 (дальнемагистральные), Ту-204/214 (среднемагистральные) и авиадвигатели ПС-90, которыми они оснащаются. Как показано, в работах [5, 6], сами по себе эти изделия по своему технологическому уровню, по технико-экономическим показателям не уступали зарубежным аналогам соответствующего поколения, однако проигрывали[1] им в экономической эффективности как элементы систем, включающих в себя парки авиатехники, инфраструктуру ТОиР и т. п.

На первый взгляд, меньшие объемы выпуска и численность парка в эксплуатации можно компенсировать лучшими технико-экономическими характеристиками изделий и технологий — например, более высокой надежностью, меньшей трудоемкостью производства и ремонта, меньшим расходом топлива и т. п. Однако есть основания полагать, что даже создание изделий и технологий, находящихся на мировом уровне по технико-экономическим параметрам (а тем более превосходящих его), все менее вероятно в замкнутых социально-экономических системах относительно малого масштаба. В «краткосрочном периоде» — порядка жизненного цикла (ЖЦ) одного поколения изделий — больший масштаб выпуска может позволить снизить себестоимость самих изделий и их цену. В то же время структура стоимости жизненного цикла (СЖЦ) может быть такой (например, для гражданской авиатехники), что само по себе снижение цены — хотя бы и до нуля — еще не сделает продукцию конкурентоспособной. Большая численность парка изделий в эксплуатации также дает определенные преимущества, позволяя сократить, например, удельные затраты на ТОиР, логистическое обеспечение и т. п., приходящиеся на одно изделие. Но, кроме того, большая емкость рынка позволяет «в долгосрочном периоде», т. е. на интервалах порядка ЖЦ нескольких поколений техники, привлечь в НИОКР более значительные ресурсы (финансовые, материальные, кадровые и т. п.) и создать более эффективную, экономичную в эксплуатации продукцию. Именно этот эффект далее будет исследован более подробно.

Сразу следует оговорить следующее допущение. Поскольку экономическая эффективность продукции индивидуальна, в принципе, вполне возможно, что продукция, неконкурентоспособная в «большой» экономической системе, будет конкурентоспособной на своем внутреннем рынке, поскольку наилучшим образом удовлетворяет его специфическим требованиям. Как показано, в т. ч. и в работах авторов [6, 8], такая ситуация вполне возможна на рынках гражданской авиатехники. В силу отличия социально-экономической ситуации в России от ведущих экономически развитых стран мира, ее природно-географической специфики может быть эффективным создание специфической «авиации для России», отличной от традиционных гражданских самолетов. Но в данной работе анализируется именно возможность обеспечения конкурентоспособности продукции, созданной в «малой» системе, на мировом рынке. Поэтому будем считать, что в рассматриваемых «большой» и «малой» экономических системах одинаковы требования потребителей (точнее, структура спроса, поскольку потребители на каждом рынке неоднородны). Т. е. считается, что эти рынки подобны друг другу, и отличаются лишь масштабом.

Модель определения оптимальной наукоемкости продукции и оптимального уровня ее технико-экономического совершенства

Предположим, что эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт парка изделий организованы оптимальным образом. Т. е. для заданного пассажирооборота уже минимизируются суммарные затраты на владение парком[2] изделий с заданными технико-экономическими характеристиками, на его ТОиР и т. п. Таким образом, предполагается, что в краткосрочном периоде принимаются оптимальные решения. Однако в долгосрочной перспективе имеются дополнительные резервы дальнейшего снижения затрат. Например, путем исследований и разработок

[1] Как по причине малой численности парка, так и по причине нерациональной организации ТОиР и логистического обеспечения, невнимания производителей к этим вопросам на ранних стадиях ЖЦИ.

[2] Что достигается, в т. ч. оптимизацией его численности, оптимальной загрузкой и расстановкой на маршрутной сети.

можно достичь снижения расхода топлива новыми поколениями изделий. Именно в этом направлении, в основном, идет совершенствование гражданской авиатехники в последние десятилетия, тем более, что по причине удорожания энергоносителей топливные затраты занимают ведущее место в структуре эксплуатационных расходов авиакомпаний. В то же время исследования и разработки могут быть нацелены и на сокращение прочих составляющих затрат — стоимости ТОиР, даже затрат на оплату труда экипажа (путем сокращения его потребной численности), и в этих направлениях также достигнут значительный прогресс. Предлагаемый далее подход применим и в таких случаях, а снижение расхода топлива — лишь пример (впрочем, реалистичный и практически важный).

Пусть Q — суммарный объем выпуска изделий данного типа за весь ЖЦ, $T_{сл}$ — средний календарный срок службы изделий, w — годовая производительность одного изделия. Например, для пассажирских самолетов она может быть измерена в пассажиро-километрах в год и определяется как произведение

— среднегодового налета ВС, летных часов в год;

— средней рейсовой скорости[1], км/ч;

— пассажировместимости ВС;

— среднегодового коэффициента заполнения салона.

Таким образом, суммарный объем транспортной работы, который выполнит парк изделий данного типа за весь ЖЦИ, составит $Q \cdot T_{сл} \cdot w$.

Обозначим $c_{пкм}$ суммарные затраты на пассажиро-километр. В их составе (см. [10]) — амортизация ВС, затраты на ГСМ и прочие затраты (на ТОиР, на оплату труда экипажа, разнообразные сборы аэропортов и навигационных служб, и т. д.). Здесь эти прочие составляющие считаются фиксированными. Затраты на ГСМ (в расчете на пассажиро-километр) можно оценить следующим образом:

$$c_{ГСМ} = g \cdot p_{ГСМ},$$

где g — удельный расход ГСМ в расчете на пассажиро-километр;

$p_{ГСМ}$ — цена ГСМ.

[1] Рейсовая скорость — это отношение пройденного за рейс расстояния к общей длительности полета. Таким образом, в этом показателе учитывается неравномерность движения ВС в течение рейса, наличие разнообразных маневров и др.

Предположим теперь, что рассматривается целесообразность сокращения удельного расхода топлива на некоторую величину Δg. Разумеется, оно будет достигнуто не бесплатно, а потребует определенного объема НИОКР стоимостью $\Delta C_{НИОКР}$. Будут ли эти затраты оправданными с точки зрения улучшения интегрального показателя эффективности авиатехники, за который здесь выбрана стоимость пассажиро-километра спкм? Поскольку прочие составляющие затрат здесь считаются фиксированными, достаточно сравнить сокращение затрат на ГСМ, равное $\Delta c_{ГСМ} = -\Delta g \cdot p_{ГСМ}$[2] и прирост амортизации, вызванный ростом затрат на НИОКР и, как следствие — себестоимости ВС. Этот прирост можно оценить, разделив суммарный прирост стоимости НИОКР $\Delta C_{НИОКР}$ на суммарный объем транспортной работы всех ВС данного типа за весь ЖЦИ, равный произведению $Q \cdot T_{сл} \cdot w$. Итак, для того чтобы было целесообразным проводить НИОКР, нацеленные на сокращение удельного расхода топлива, должно выполняться следующее неравенство:

$$\frac{\Delta C_{НИОКР}}{Q \cdot T_{сл} \cdot w} < \left|\Delta c_{ГСМ}\right| = \Delta g \cdot p_{ГСМ},$$

$$\text{или } \left|\frac{\Delta C_{НИОКР}}{\Delta g}\right| < Q \cdot T_{сл} \cdot w \cdot p_{ГСМ}. \qquad (1)$$

Впрочем, проектирование сложных технических систем всегда сопровождается противоречиями, и вполне возможно, что улучшение какого-то одного технико-экономического параметра — например, топливной экономичности — войдет в противоречие с другими параметрами (примеры см. в [6]). Например, себестоимость производства более экономичных и сложных изделий может быть выше. Тогда сокращение топливных затрат будет сопряжено не только с дополнительными затратами на НИОКР, но и с повышением других составляющих стоимости изделий и (или) эксплуатационных затрат. В этом случае экономически приемлемые затраты на НИОКР будут заведомо ниже уровня, определяемого формулой (1). Т. е. она дает именно верхнюю оценку эффективных дополнительных затрат на исследования и разработки.

[2] Цена ГСМ рассматривается здесь как фиксированный параметр, однако она также может измениться в любую сторону вследствие повышения топливной экономичности техники и изменения конъюнктуры на рынке авиатоплива. Прогнозирование таких изменений требует уже более детального анализа, подробнее см. [6].

Сопоставим характерные масштабы целесообразных дополнительных затрат на НИОКР, позволяющих снизить удельный расход авиатоплива пассажирскими самолетами на 1 г/пасс.-км, на изолированном российском рынке и на мировом. Из полученных итоговых формул уже видно, что соотношение соответствующих затрат на НИОКР $\Delta C_{\text{НИОКР}}$ определяется (при прочих равных) соотношением объемов выпуска Q, которые, в свою очередь, при одинаковой производительности ВС соотносятся как емкости рынков авиаперевозок с учетом перспектив их роста на протяжении ЖЦИ. В настоящее время пассажирооборот российской гражданской авиации составляет приблизительно 1/40 мирового. Соответственно, если темпы роста российского и мирового рынков останутся сопоставимыми в долгосрочной перспективе, так же будут соотноситься и дополнительные затраты на НИОКР, которые выгодно провести для снижения удельного расхода ГСМ на 1 г/пасс.-км. Впрочем, это, разумеется, ни в коем случае не означает, что удельный расход топлива на менее емком рынке останется пропорционально более высоким. Следует подчеркнуть, что в 40 раз будут различаться именно предельные затраты на НИОКР, а не суммарные. Насколько далеко удастся продвинуться «большой» и «маленькой» странам на пути совершенствования наукоемкой продукции, определяется конкретным видом зависимости $\Delta C_{\text{НИОКР}}(\Delta g)$. Эта зависимость представляет собой частный случай широко известной в теории инновационного развития *S*-образной кривой. Ее характерный вид приведен на рис. 1.

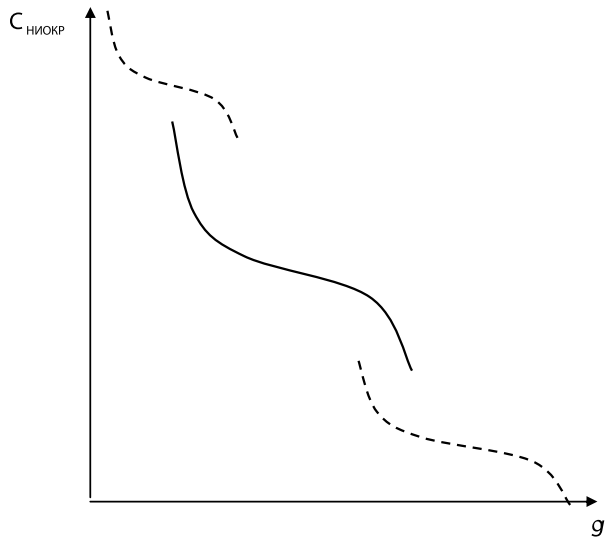


Рис. 1. *Взаимосвязь суммарных затрат на НИОКР и их результативности*

Как правило, на начальных стадиях развития данной технологии даже небольшое повышение эффективности (в данном случае — снижение расхода топлива) требует значительных дополнительных затрат, что можно видеть на нижних участках *S*-образных кривых на рис. 1[1]. Затем наступает период бурного развития технологии (средний участок *S*-образной кривой), и сравнительно небольшие дополнительные затраты приносят все более ощутимый результат (т. е. $\frac{\partial^2 C_{\text{НИОКР}}}{\partial g^2} > 0$). Наконец, когда резервы дальнейшего развития технологии исчерпываются (крайние верхние участки *S*-образных кривых), даже относительно малый прирост эффективности достигается все более высокой ценой (т. е. $\frac{\partial^2 C_{\text{НИОКР}}}{\partial g^2} < 0$). Разумеется, *S*-образная кривая — лишь схематичное представление динамики технологического развития. На практике такая зависимость может быть не гладкой, а ступенчатой, т. е. существуют дискретные шаги на пути совершенствования продукции, требующие некоторых пороговых вложений в НИОКР. Если же рассматривать зависимость $\Delta C_{\text{НИОКР}}(g)$ как гладкую и дифференцируемую, достижимый уровень совершенства техники (в данном случае — удельного расхода топлива) можно определить, перейдя в формуле (1) к пределу при $\Delta g \to 0$. Дальнейшие инвестиции в НИОКР будут оправданными до тех пор, пока выполняется неравенство:

$$\left|\frac{\partial C_{\text{НИОКР}}}{\partial g}\right| < Q \cdot T_{\text{сл}} \cdot w \cdot p_{\text{ГСМ}}.$$

При фиксированных значениях параметров в правой части можно определить оптимальный момент остановки НИОКР наглядно, графическим образом, построив на фоне *S*-образной кривой семейство прямых с отрицательным наклоном, причем угол наклона a определяется по следующей формуле:

$$\left|\text{tg}\alpha\right| = Q \cdot T_{\text{сл}} \cdot w \cdot p_{\text{ГСМ}}.$$

Следует искать точку касания таких прямых и *S*-образной кривой. Теоретически координаты этой точки представляют собой решение задачи определения оптимального уровня наукоем-

[1] Необходимо помнить, что, во-первых, в данном примере развитие сопровождается движением справа налево по S-образной кривой, а, во-вторых, по оси ординат отображены именно суммарные, накопленные на протяжении ЖЦ нескольких поколений изделий, вложения в НИОКР.

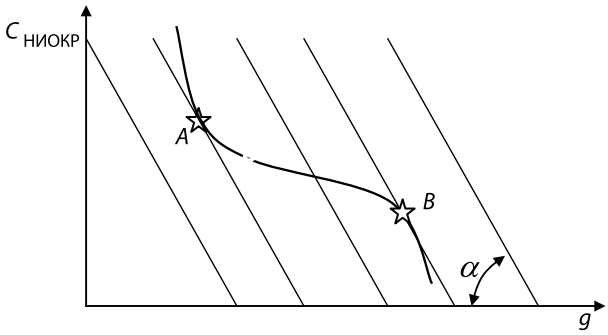


Рис. 2. *Графическое определение оптимального уровня затрат на НИОКР*

кости продукции и экономически целесообразных пределов ее совершенствования. На рис. 2 показан способ графического определения оптимальных накопленных затрат на НИОКР $C^*_{\text{НИОКР}}$ и достигаемого при этом уровня расхода топлива g^*.

Можно заметить, что в силу специфической формы S-образной кривой и наличия на ней точки перегиба ($\frac{\partial^2 C_{\text{НИОКР}}}{\partial g^2} = 0$), в принципе, равенство $\left|\frac{\partial C_{\text{НИОКР}}}{\partial g}\right| = Q \cdot T_{\text{сл}} \cdot w \cdot p_{\text{ГСМ}}$ (т. е. касание прямых и S-образной кривой) может наблюдаться не в одной точке. Однако если оно достигнуто правее точки перегиба (как в точке B на рис. 2), в этот момент останавливать НИОКР еще нецелесообразно — напротив, далее предельные затраты на НИОКР будут лишь сокращаться (левее точки касания $\left|\frac{\partial C_{\text{НИОКР}}}{\partial g}\right|$ будет ниже $|\text{tg}\alpha|$, поскольку $\frac{\partial^2 C_{\text{НИОКР}}}{\partial g^2} > 0$), и можно достичь большего уровня совершенства продукции ценой меньших дополнительных вложений. Оптимум достигается лишь тогда, когда дальнейшее снижение расхода топлива будет достигаться все более высокой ценой (при $\frac{\partial^2 C_{\text{НИОКР}}}{\partial g^2} < 0$, т. е. левее точки перегиба, как в точке A на рис. 2).

Разумеется, описанное правило определения $C^*_{\text{НИОКР}}$ и g^* применимо лишь в отсутствие ограничений. Они могут накладываться, прежде всего, на суммарный объем затрат на НИОКР: $C_{\text{НИОКР}} \le C^{\max}_{\text{НИОКР}}$. И если $C^{\max}_{\text{НИОКР}}$ меньше, чем $C^*_{\text{НИОКР}}$, определяемое в точке касания A, процедура определения $C^*_{\text{НИОКР}}$ усложняется.

Если $C^{\max}_{\text{НИОКР}}$ ниже порога, соответствующего точке B на рис. 2, тогда вообще невыгодно проводить какие-либо исследования и разработки,

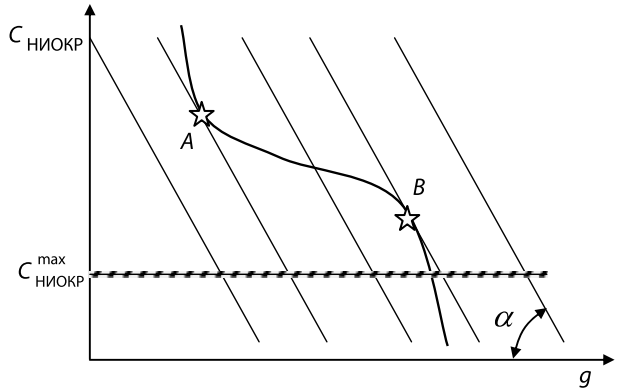


Рис. 3. *Определение оптимального уровня затрат на НИОКР при наличии ограничений (случай недостатка ресурсов на НИОКР)*

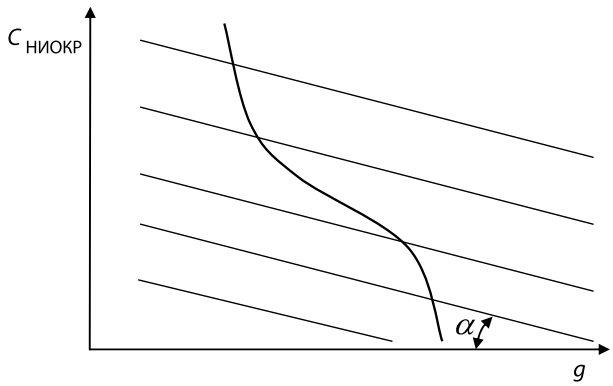


Рис. 4. *Случай нулевого оптимального уровня затрат на НИОКР при отсутствии ограничений*

нацеленные на сокращение расхода топлива, поскольку всюду вплоть до $C^{\max}_{\text{НИОКР}}$ дополнительные затраты на НИОКР будут выше достигаемых при этом выгод ($\left|\frac{\partial C_{\text{НИОКР}}}{\partial g}\right| > |\text{tg}\alpha|$), см. рис. 3.

Таким образом, существует некоторый пороговый уровень ресурсной обеспеченности исследований и разработок, и если он не будет достигнут, проводить НИОКР вообще невыгодно[1]. При малом масштабе социально-экономической системы риск такого дефицита ресурсов для НИОКР возрастает. Заметим, что аналогичная ситуация сложится и без ограничений на $C^{\max}_{\text{НИОКР}}$, если $|\text{tg}\alpha| < \min_g \left|\frac{\partial C_{\text{НИОКР}}}{\partial g}\right| = \left|\frac{\partial C_{\text{НИОКР}}}{\partial g}\right|_{\frac{\partial^2 C_{\text{НИОКР}}}{\partial g^2}=0}$, см. рис. 4.

Это имеет место при малых значениях $|\text{tg}\alpha| = Q \cdot T_{\text{сл}} \cdot w \cdot p_{\text{ГСМ}}$, т. е., в частности, при малых масштабах рынка (или при низкой цене топливных ресурсов).

[1] При этом предполагается, что для данной технологии существует некоторый начальный уровень ее совершенства $g|_{C_{\text{НИОКР}}=0}$, достигнутый за счет предшествующих НИОКР.

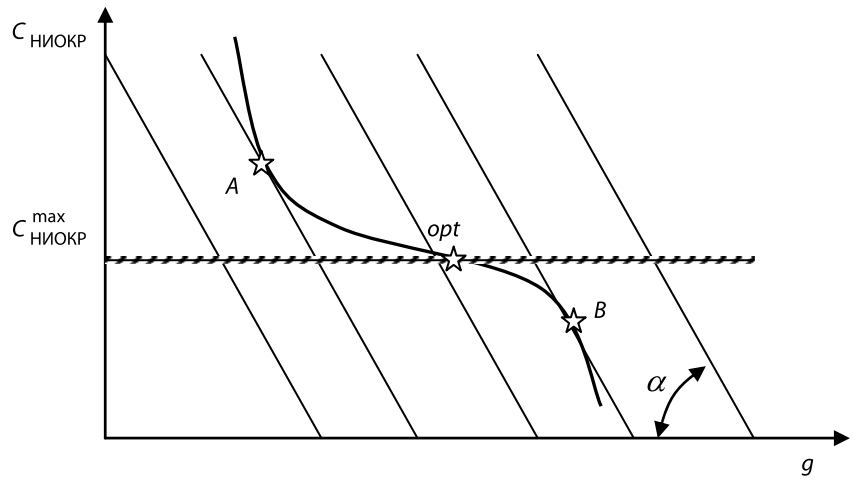


Рис. 5. *Определение оптимального уровня затрат на НИОКР при наличии ограничений (случай достаточного ресурсного обеспечения НИОКР)*

Если же доступный объем ресурсов превышает данный порог, но ниже уровня $C^*_{\text{НИОКР}}$, определяемого в точке касания (как точка А на рис. 2), оптимальным решением будет $C^*_{\text{НИОКР}} = C^{\max}_{\text{НИОКР}}$, см. рис. 5.

Т. е. доступный объем ресурсов, выделяемых на НИОКР, должен быть использован в этом случае полностью.

Зависимость оптимальной наукоемкости и технико-экономического совершенства наукоемкой продукции от масштаба рынка

Проблеме определения оптимального уровня наукоемкости продукции посвящен целый ряд работ как зарубежных, так и отечественных ученых (см., например, [9]), причем вполне естественно опираться при этом на понятие *S*-образной кривой. В центре внимания в данной работе — именно влияние масштабных факторов на оптимальную наукоемкость и достижимый уровень совершенства продукции. Поскольку тангенс угла наклона прямых α, согласно построенной модели, прямо пропорционален емкости рынка Q, на более крупных рынках сбыта оптимальный уровень наукоемкости продукции и ее технико-экономического совершенства будет выше при фиксированной форме *S*-образной кривой. При этом поскольку продукция на более емком рынке будет экономичнее, даже при фиксированном масштабе этого рынка спрос на нее может возрастать, что приведет к повышению Q и к дальнейшему увеличению $C^*_{\text{НИОКР}}$,, снижению g^* и т. д. Таким образом, строго говоря, процедура определения $C^*_{\text{НИОКР}}$ и g^* должна быть итеративной. Для оценки повышения спроса на продукцию по мере ее совершенствования необходимо знать зависимость $Q(c_{\text{пкм}})$. Как правило, корректно оценить влияние удешевления перевозок на спрос позволяют структурные модели, учитывающие расслоение потребителей по доходам и др. Пример такой модели спроса на авиаперевозки в зависимости от их доступности был построен авторами в работе [8]. По вышеприведенным причинам корректнее говорить именно о масштабе рынка, а не только о его емкости Q, поскольку в силу описанных вторичных эффектов даже при фиксированном масштабе рынка, его емкость может возрастать. И если масштабировать рынок (пропорционально увеличив численность населения и каждой доходной группы) в n раз, в долгосрочной перспективе, вероятно, емкость рынка авиатехники Q возрастет более чем в n раз, благодаря повышению ее экономичности и спроса на перевозки.

Значение $|\text{tg}\alpha| = Q \cdot T_{\text{сл}} \cdot w \cdot p_{\text{ГСМ}}$ можно трактовать как «спрос» данного рынка на НИОКР и совершенствование наукоемкой продукции. Это максимально приемлемый уровень предельных затрат на НИОКР: $\sup\left|\frac{\partial C_{\text{НИОКР}}}{\partial g}\right|$. Он, как показано здесь, возрастает с ростом масштаба рынка. *S*-образная кривая является в этом смысле кривой «предложения» новых технологических решений. При возрастании масштабов экономической системы и «предложение» НИОКР может повышаться (т. е. *S*-образная кривая на рис. 2–5 будет смещаться вправо и вниз), например, благодаря достижению «критической массы» ученых и инженеров, благодаря полезному взаимодействию ученых различных специальностей (а их спектр в более крупной системе может быть шире).

Важно, что «спрос» социально-экономической системы на НИОКР $\sup\left|\frac{\partial C_{\text{НИОКР}}}{\partial g}\right| = Q \cdot T_{\text{сл}} \cdot w \cdot p_{\text{ГСМ}}$ в данной модели вполне возможно приближенно оценить на практике, пользуясь формулой (1). Пусть Δg = 1 г/пасс.-км (что является весьма значительным и реалистичным сокращением удельного расхода, на фоне 20–25 г/пасс.-км, характерных для современных ВС). Среднюю производительность ВС оценим, исходя из следующих данных: пассажировместимость — 160 мест (что характерно для наиболее распространенных в мире среднемагистральных авиалайнеров), коэффициент заполнения кресел — 75%, рейсовая скорость — 600 км/ч, среднегодовой налет — 3000 л. ч./г. Таким образом, w = 216 млн пасс.-км/г на 1 ВС. Средний срок службы ВС примем равным 25 годам. Характерные объемы производства и продажи ВС за весь ЖЦИ Q примем равными:

— для ведущих зарубежных производителей, ориентирующихся на глобальный рынок — 5000 ед.;

— для отечественного производителя, ориентированного на внутренний рынок России — 500 ед.

Цена авиатоплива в конце 2000-х гг. достигла в большинстве регионов мира 1000 долл./т, т. е. 0,001 долл./г. Таким образом, дополнительные затраты на НИОКР, которые целесообразно провести для сокращения удельного расхода топлива на 1 г/пасс.-км, составят соответственно, 27 млрд долл. и 2,7 млрд долл. С учетом возможного повышения прочих затрат, помимо затрат на НИОКР, это именно верхние (вероятнее всего, завышенные) оценки приемлемой предельной стоимости НИОКР.

Но если «спрос» на исследования и разработки можно оценить по формуле (1) на основе доступных в реальности данных, то «предложение», т. е. конкретный вид S-образной кривой редко удается оценить количественно в виде явной функциональной зависимости. Причем поскольку она отражает связь затрат на НИОКР и их результатов, ее практически не удается достоверно прогнозировать, можно говорить лишь об апостериорной оценке этой связи на основании сведений о фактически понесенных затратах и достигнутых результатах. Однако даже эта, на первый взгляд, простая задача может оказаться практически неразрешимой по следующим причинам. Во-первых, исследования и разработки в большинстве отраслей ведутся параллельно в нескольких направлениях, и наблюдается интерференция их результатов. Во-вторых, затраты на исследования и разработки распределены между фирмами и государственными научными учреждениями, университетами и др., реализуются международные программы, что затрудняет учет затрат. В-третьих, даже отдельная исследовательская программа может дать целый ряд результатов в разных областях (например, повышение топливной экономичности авиадвигателя, его надежности и технологичности, улучшение экологических характеристик и др., см. [13] и др.). В этой связи бывает сложно выделить затраты, понесенные именно с целью сокращения расхода топлива, или улучшения какого-либо иного конкретного показателя. Однако описанный подход позволяет по крайней мере количественно оценить «спрос» социально-экономической системы на НИОКР в данном направлении, а также получить некоторые качественные выводы. Например, сопоставляя полученные по формуле (1) максимально приемлемые предельные затраты на НИОКР (порядка 20–30 млрд долл./г/пасс.-км), фактические объемы затрат зарубежных самолето- и двигателестроительных компаний, а также государственных научных учреждений (таких, как NASA), на исследования и разработки в целях снижения удельного расхода топлива (порядка нескольких млрд долл., см. [133]), и достигаемые в результате этих НИОКР результаты (снижение удельного расхода топлива перспективными изделиями на 15–20% относительно современного уровня, т. е. на несколько г/пасс.-км), можно сделать вывод о целесообразности продолжения этих исследований и разработок в масштабах мирового рынка. Однако в масштабе российского национального рынка условие (1) уже может не выполняться, т. е. дальнейшее повышение топливной эффективности авиатехники может стать экономически неэффективным, что скажется и на ее конкурентоспособности в случае открытия национального рынка.

Итак, по целому ряду причин экономически обоснованные пределы совершенствования наукоемкой продукции в долгосрочной перспективе тем выше, чем крупнее соответствующие рынки. В этой связи интересно сопоставить оптимальную наукоемкость и уровень технико-экономического совершенства изделий, разработанных в условных «маленькой» и «большой» странах.

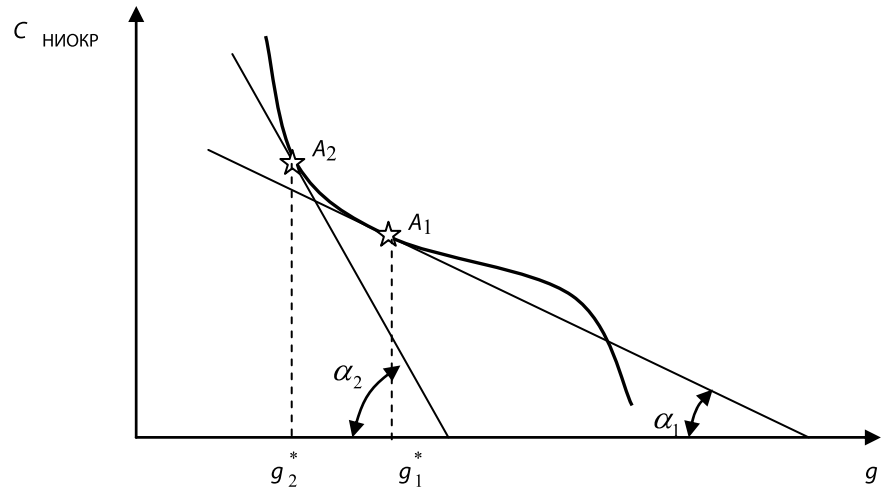


Рис. 6. *Соотношение оптимального уровня затрат на НИОКР и оптимального уровня совершенства изделий для «большой» и «малой» стран*

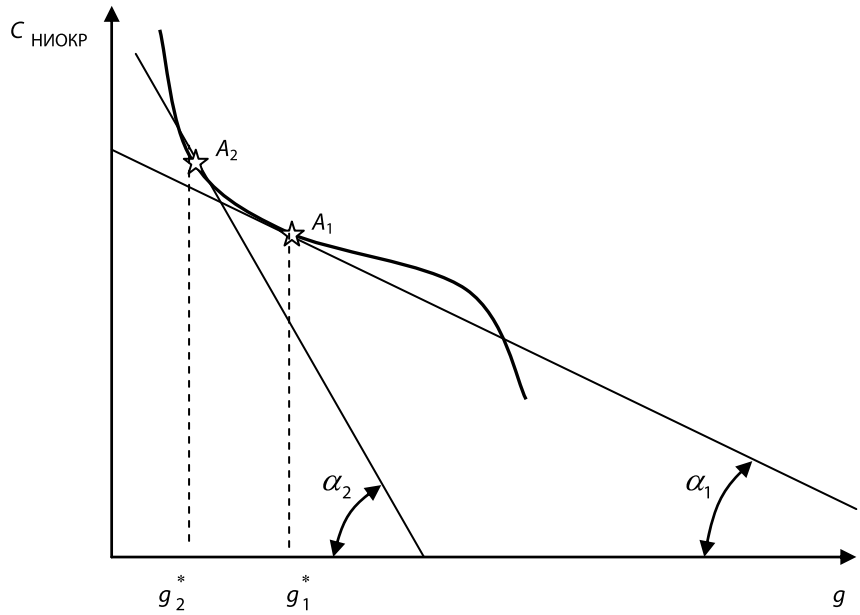


Рис. 7. *Пример №1 соотношения оптимального уровня затрат на НИОКР и оптимального уровня совершенства изделий для «большой» и «малой» стран*

Если пренебречь возможными ограничениями на СНИОКР, а также описанными выше вторичными эффектами повышения эффективности техники при увеличении масштабов рынка, остается простое правило: предельные издержки на НИОКР в оптимальном решении соотносятся, как масштабы соответствующих рынков. Но как при этом будут соотноситься абсолютные значения оптимальных затрат на исследования и разработки? Поскольку в отсутствие ограничений на СНИОКР оптимум достигается левее точки перегиба *S*-образной кривой, т. е. при $\frac{\partial^2 C_{\text{НИОКР}}}{\partial g^2} < 0$,, можно утверждать, что при $Q_2 > Q_1$ и $\alpha_2 > \alpha_1$, однозначно выполняются следующие неравенства: $C^*_{\text{НИОКР}2} > C^*_{\text{НИОКР}1}$ и $g^*_2 < g^*_1$, см. рис. 6.

Однако о соотношении оптимальной наукоемкости изделий и достижимого при ней уровня расхода топлива в «большой» и «малой» странах нельзя сказать ничего определенного, не зная конкретного вида *S*-образной кривой. Это наглядно видно из приведенных ниже примеров, см. рис. 7-8.

На рис. 7 $C^*_{\text{НИОКР}2} \approx C^*_{\text{НИОКР}1}$ и $g^*_2 \ll g^*_1$, т. е. относительно небольшой прирост абсолютных затрат на НИОКР дает «большой» стране значительное преимущество в топливной эффективности авиатехники.

На рис. 8, напротив, $C^*_{\text{НИОКР}2} \gg C^*_{\text{НИОКР}1}$ и $g^*_2 \approx g^*_1$, т. е. оптимальные вложения «большой» страны в НИОКР существенно выше, чем для «малой» страны. Однако различие достигнутых при

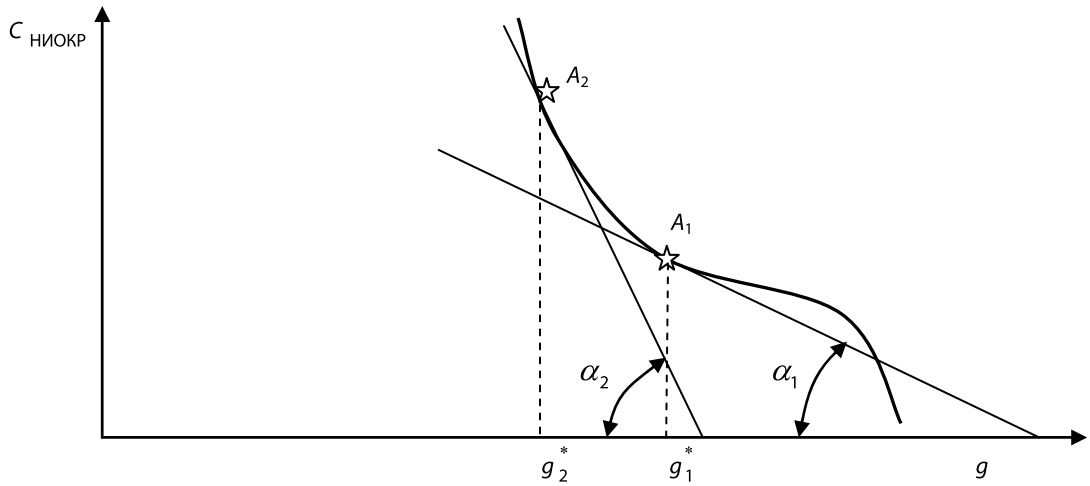


Рис. 8. *Пример №2 соотношения оптимального уровня затрат на НИОКР и оптимального уровня совершенства изделий для «большой» и «малой» стран*

этом значений расхода топлива несущественно. Сопоставляя рис. 7 и 8 с рис. 1, можно предположить, что ситуация, изображенная на рис. 7 (со всеми ее перечисленными следствиями), характерна для отрасли, в которой уже сменилось несколько технологий, в то время, как S-образная кривая на рис. 8 может соответствовать одной из первых технологий в данной отрасли. Впрочем, при других вариантах формы и расположения S-образной кривой можно получить сочетания $C^*_{\text{НИОКР}2} \approx C^*_{\text{НИОКР}1}$ и $g^*_2 \approx g^*_1$, а также $C^*_{\text{НИОКР}2} \gg C^*_{\text{НИОКР}1}$ и $g^*_2 \ll g^*_1$. Таким образом, разница в эффективности наукоемкой продукции, разработанной в «большой» и «малой» странах, может быть как большой, так и незначительной. Априори ее оценить не удастся — необходимо учитывать специфику конкретной отрасли и стадию инновационного развития, на которой она находится.

Некоторые геополитические следствия зависимости конкурентоспособности наукоемкой продукции от емкости рынка

Важность масштабов рынка сбыта для развития экономики, углубления разделения труда и конкуренции, и т. п., осознавалась еще представителями классической школы экономической мысли и марксистами. Практически не оспаривается, что одной из важнейших причин империалистических войн, помимо стремления установить контроль над производственными ресурсами, была борьба за рынки сбыта. Как справедливо отмечают многие экономисты, основной экономический смысл формирования межгосударственных экономических союзов (ЕС, ЕвразЭС, Таможенного союза России, Белоруссии и Казахстана, ранее — СЭВ и т. п.) состоит в увеличении емкости единого рынка сбыта продукции стран — участниц союза. Применительно к наукоемким и высокотехнологичным отраслям промышленности, это позволяет:

— снижать себестоимость продукции (за счет эффекта обучения и распределения постоянных затрат на больший объем выпуска),

— снижать прочие затраты на эксплуатацию изделий благодаря большей суммарной численности их парка в эксплуатации;

— достигать более высокого уровня технико-экономического совершенства продукции (за счет более масштабных НИОКР, которые могли бы быть невыгодными или даже нереализуемыми при малом масштабе экономической системы).

В этой связи интересно проанализировать корректность тезисов, высказанных в критической статье [4], посвященной идее создания Евразийского союза. По мнению автора этой статьи, это лишь законсервирует отсталость стран — членов союза, неконкурентоспособность их продукции на мировом рынке, поскольку позволит им замкнуться на своем рынке. Не обсуждая саму возможность в современных экономических и политических условиях «замкнуться» на каком-либо локальном рынке, обратим внимание на технико-экономические аспекты следующей гипотезы. Возможно ли (и при каких условиях), что образование достаточно емкого общего рынка позволит достичь таких масштабов производства, что продукция, ранее неконкурентоспособная, сможет стать конкурентоспособной, в т. ч. и на мировом рынке? Качественные соображения в пользу такого развития событий

перечислены выше. Фактически задача сводится к оценке пороговой емкости рынка (а в конечном счете — масштаба единого экономического пространства, т. е. минимального количества и экономического потенциала стран — участниц соглашения), при которой описанные факторы станут достаточно значимыми, и высказанная выше гипотеза станет справедливой.

Интересно в связи с полученными выводами объяснить феномен относительно успешного развития передовой авиационной промышленности в небольших странах — прежде всего, в Швеции и в Израиле, имеющих население, соответственно, около 10 и около 5 млн человек, что, очевидно, несопоставимо даже с современной Россией. При этом в этих странах работают современные высокотехнологичные предприятия ряда наукоемких отраслей, выпускающие конкурентоспособную продукцию. Например, фирма SAAB разработала и выпускает современный истребитель JAS 39 Gripen (причем это уже третье поколение реактивных истребителей фирмы SAAB для ВВС Швеции), компания Volvo Flugmotor выпускает турбореактивные двигатели, в т. ч. и для этих самолетов, см. [2]. К такой самостоятельности шведскую промышленность подталкивает нейтральный внеблоковый статус страны. В ряде сегментов рынка продукции авиастроения израильские компании занимают передовые позиции в мире — например, на рынках беспилотных летательных аппаратов (БПЛА)[1], на рынках модернизации гражданской и военной авиатехники производства США, России, стран ЕС. Причем если израильская авиапромышленность специализируется на этих сегментах рынка в глобальном масштабе, то рынок сбыта боевой авиатехники шведского производства практически не выходит за рамки страны[2]. На первый взгляд, это парадоксальные исключения, противоречащие тезису о необходимости наличия рынка значительной емкости для успешного развития наукоемкой промышленности. Однако более тщательный анализ показывает, что это — не исключения, а именно примеры, подтверждающие данный тезис. Следует учитывать, что современная наукоемкая промышленность, в т. ч. авиастроение, за последние десятилетия претерпела масштабную реструктуризацию. Произошел переход от вертикально интегрированных производств к матричным и сетевым структурам, в которых множество специализированных высокотехнологичных предприятий разрабатывает отдельные компоненты, поставляя их системным интеграторам — носителям бренда, поставляющим готовые изделия заказчикам [1]. В этой связи само понятие «независимый производитель», например, авиатехники, весьма условно. И авиапромышленность указанных стран глубоко интегрирована в глобальные технологические цепочки в качестве поставщиков высокотехнологичных компонент. Что касается упомянутых финальных изделий, то их «независимость» также весьма условна. Так, например, авиадвигатель RM 12, выпускаемый Volvo Flugmotor для комплектования истребителей JAS 39 Gripen, представляет собой, фактически, модификацию авиадвигателя F 404 разработки американской компании General Electric. То же самое касается и многих других компонент и систем данного истребителя, составляющих большую часть его стоимости. Фактически матричная структура позволяет создавать различные (и даже конкурирующие между собой) финальные изделия (в т. ч. относительно малосерийные, таких как истребители шведского производства) на базе одних и тех же компонент, избегая дублирования постоянных затрат на их разработку и подготовку производства и пользуясь преимуществами больших масштабов производства.

Как упоминалось выше, не только «спрос» промышленности на исследования и разработки, но и их «предложение» увеличивается с ростом масштабов социально-экономической системы. Развитие науки и наукоемкой промышленности, соответствующего образования и т. п. требуют «критической массы», достаточного масштаба системы и, что немаловажно, ее отраслевого разнообразия. Как правило, фундаментальные наука и образование, являющиеся основой инновационного развития в долгосрочной перспективе, успешно развиваются только в многопрофильной экономике (что, в

[1] Причем речь идет о производстве не примитивных БПЛА легких классов, которые под силу выпускать и странам, не имеющим авиационной промышленности, а наиболее сложных аппаратов, в т. ч. наиболее крупных и тяжелых в мире.

[2] Только в последние годы истребители SAAB JAS 39 Gripen начали поставляться на экспорт, и их суммарный выпуск возрос со 110 экземпляров, выпущенных для ВВС Швеции [2], до 240. Это, в свою очередь, позволило преодолеть «ловушку малочисленности» и снизить их себестоимость до такого уровня, что ряд тендеров был выигран именно благодаря более низкой, чем у конкурентов, цене.

свою очередь, также связано с ее масштабом). В многоотраслевой наукоемкой экономике «постоянные затраты» фундаментальных дисциплин распределяются на множество прикладных технических дисциплин. Так, например, механика жидкости и газа (аэрогидромеханика) является основой не только авиационной аэродинамики, но также аэродинамики зданий и сооружений, гидродинамики судов, технических дисциплин в сфере гидроэнергетики, добычи, переработки и транспортировки нефти и газа, и т. д. И наоборот, множество областей приложения обеспечивает фундаментальной науке множество задач и стимулов для развития. При попытке развивать отдельные изолированные отрасли наукоемкой промышленности самостоятельное научное обеспечение их развития может оказаться неэффективным или даже невозможным — по причине высоких «средних постоянных затрат» на фундаментальные исследования, приходящихся на каждое прикладное направление. В принципе, и в данной сфере возможна (и реализуется) международная кооперация — принято считать, что фундаментальная наука не имеет границ. Однако фактически и фундаментальная наука концентрируется в тех странах, где существует многопрофильная наукоемкая промышленность и отраслевая наука. Примеры относительно небольших стран, в которых развиты отдельные наукоемкие отрасли и соответствующие им области прикладной или даже фундаментальной науки, объясняются аналогично вышеупомянутым «аномалиям». Эти страны, их наукоемкая промышленность, ее научное и образовательное обеспечение также являются элементами глобальных сетевых структур, масштаб которых и отраслевое многообразие существенно больше, чем масштаб и многообразие этих стран. Яркий пример — международный центр ядерных исследований, CERN, который хотя и расположен территориально в Швейцарии, очевидно, относится не к швейцарской, а к мировой науке.

В связи с выявленными эффектами, заслуживает упоминания точка зрения ряда авторов (см. [11]), утверждающих, что Советский Союз — безотносительно к принципам хозяйствования — не мог обеспечить паритет с ведущими капиталистическими державами в гражданском секторе наукоемкой промышленности просто в силу существенно меньших масштабов национального рынка (и — что существенно — невозможности включения его в мировую систему разделения труда на условиях, приемлемых для большинства населения страны). И усилия по созданию СЭВ, по вовлечению стран третьего мира в сферу советского влияния — пусть даже заведомо неэффективные с точки зрения краткосрочных результатов — были нацелены, в стратегической перспективе на создание достаточно емкого глобального рынка, открывающего возможности углубления специализации, лучшие перспективы развития отечественной наукоемкой промышленности, науки, образования и т. п., создания более совершенной продукции, а в конечном счете — повышения качества жизни. Именно с учетом факторов масштаба экономического пространства целесообразно рассматривать нынешние интеграционные инициативы и реакцию на них ученых-экономистов, работников промышленности и политических деятелей.

Заключение

1. Экономическая эффективность и конкурентоспособность сложной техники длительного пользования, даже при фиксированных технико-экономических характеристиках, повышаются с ростом масштабов рынка, поскольку по мере увеличения объемов продажи снижается себестоимость изделий; по мере увеличения общей численности парка изделий в эксплуатации снижаются удельные затраты на сервис и логистическое обеспечение.

2. В долговременной перспективе с ростом масштабов рынка повышается оптимальный уровень затрат на исследования и разработки, что позволяет достичь более высокого уровня технико-экономического совершенства изделий. Однако соотношения оптимальных затрат на НИОКР и достигаемых при них уровней развития технологий в «большой» и «малой» странах определяются конкретным видом *S*-образной кривой. Таким образом, преимущество более крупных рынков в развитии наукоемкой промышленности определяется спецификой конкретной отрасли и стадией ее технологического развития.

3. Поскольку благодаря повышению эффективности наукоемких изделий в более крупных социально-экономических системах может возрастать спрос на них, емкость рынка наукоемкой продукции может возрастать быстрее, чем его масштаб. Поэтому при оценке перспектив развития наукоемкой промышленности, а также

эффективности проектов экономической интеграции стран и регионов более корректно принимать во внимание будущий масштаб единого экономического пространства, а не текущую суммарную емкость рынков наукоемкой продукции.

Список источников

1. *Байбакова Е. Ю.*, *Клочков В. В.* Экономические аспекты формирования сетевых организационных структур в российской наукоемкой промышленности // Управление большими системами. — 2010. — №30(1) (Специальный выпуск «Сетевые модели в управлении»). — С. 697-721.

2. *Ильин В. Е.*, *Левин М. А.* Истребители. — М.: Виктория АСТ, 1996 — 288 с.

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. *Иноземцев В. Л.* Новый проект интеграции основан на ощущении слабости и маргинализованности каждого из ее участников // Известия. — 2011. — 01.11.

5. *Клочков В. В.* Организация конкурентоспособного производства и послепродажного обслуживания авиадвигателей. — М.: Экономика и финансы, 2006 — 464с.

6. *Клочков В. В.* Управление инновационным развитием гражданского авиастроения. — М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2009 — 280 с.

7. *Клочков В. В.*, *Нижник М. В.* Анализ емкости российского рынка гражданской авиатехники и рисков ее изменения // Маркетинг в России и за рубежом. — 2009. — № 4. — С. 98-112.

8. *Клочков В. В.*, *Нижник М. В.*, *Русанова А. Л.* Прогнозирование экономической эффективности создания новых видов скоростного пассажирского транспорта // Проблемы прогнозирования. — 2009. — № 3. — С. 58-76.

9. *Колесов В. Б.* Определение оптимальной стоимости создания больших технических систем // Экономический анализ. Теория и практика. — 2011. — №6(213). — С. 21-27.

10. *Костромина Е. В.* Экономика авиакомпании в условиях рынка. — М.: НОУ ВКШ «Авиабизнес», 2002. — 304 с.

11. *Куракин П. В.* Теорема роста. [Электронный ресурс]. URL: http://forum-msk.org/material/economic/306148.html дата доступа: 06.01.2012

12. *Окулов В.* Для эксплуатации парка самолетов Ил-96-300 «Аэрофлот» должен иметь запасных частей на сумму более 1 млрд рублей. [Электронный ресурс]. URL: www.aviaport.ru.

13. *Палкин В. А.*, *Бакалеев В. П.* Стратегия ведущих зарубежных авиадвигателестроительных компаний в XXI веке. — М.: ЦИАМ, 2002 — 45 с.

14. *Рыжиков Ю. И.* Теория очередей и управление запасами. — СПб.: Питер, 2001 — 384 с.

15. Управление качеством и сертификация / Васильев В. А., Каландаришвили Ш. Н., Новиков В. А., Одиноков С. А. — М.: Интермет инжиниринг, 2002 — 416 с.

16. *Wright T. P.* Factors Affecting the Cost of Airplanes // Journal of Aeronautical Sciences. — 1936. Vol. 3 (February). — P. 122-128.

УДК 330.341.1:338.45

ключевые слова: емкость рынка, масштаб, конкурентоспособность, наукоемкая продукция, исследования и разработки