

УДК 006.07:338.242.4:339.137.27

## СТАНДАРТЫ И НОРМЫ КАК ИНСТРУМЕНТЫ ПРОТЕКЦИОНИЗМА: ПРОБЛЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦ РЫНКОВ (НА ПРИМЕРЕ ГРАЖДАНСКОГО АВИАСТРОЕНИЯ)<sup>1</sup>

Е. В. Варюхина, В. В. Клочков

*В статье рассматривается использование экологических стандартов и норм в качестве инструментов протекционизма в современной глобализированной экономике, в которой применение прямых протекционистских мер ограничено. Ужесточение таких стандартов и разработка необходимых для этого технологий могут как служить средством реального повышения уровня защиты окружающей среды, так и выступать инструментом конкурентной борьбы, увеличения контролируемой доли рынка. Обоснованно выбрать ту или иную стратегию поведения в «гонке стандартов» производители могут, соотнося затраты на повышение экологической чистоты своей продукции с изменением прибыли при возможном вытеснении конкурентов. При этом в ряде отраслей возникает проблема определения границ рынков, контролируемых различными странами, устанавливающими стандарты и нормы. Даже если продукция реализуется на рынке данной страны, она может применяться, в том числе, и в зоне действия иных стандартов и норм. Эта специфическая проблема рассматривается на примере гражданского авиастроения. В статье строится экономико-математическая модель, в которой с помощью методов теории массового обслуживания оцениваются оптимальные численности однородного парка универсальных воздушных судов, удовлетворяющих наиболее жестким мировым стандартам, а также парка, включающего как универсальные, так и самолеты «для внутреннего пользования». С помощью разработанной модели проводится анализ оптимальной структуры смешанного парка воздушных судов в зависимости от соотношения международных и внутренних авиаперевозок. Оцениваются «справедливые» цены изделий, не удовлетворяющих международным стандартам, при которых еще сохраняется экономическая целесообразность их приобретения. Проводится анализ влияния масштаба авиакомпаний (потенциальных покупателей) на привлекательность изделий, удовлетворяющих более жестким стандартам. Показано, что потери выручки производителя изделий, не удовлетворяющих более жестким стандартам, возрастают при сокращении характерных масштабов авиакомпаний. Данное исследование позволяет оценить потери стороны, проигравшей в «гонке стандартов». Предложенные методы без ограничения общности могут быть распространены на другие отрасли высокотехнологичной промышленности.*

**Ключевые слова:** рынок гражданской авиационной техники, стандарты, конкуренция, протекционизм, экономико-математическая модель, доля рынка, границы рынка, объем продаж

### Введение

В современной международной торговле, особенно в рамках Всемирной торговой организации (ВТО), как правило, государства предпочитают не прибегать к непосредственному протекционизму. Правила ВТО запрещают, или, по меньшей мере, существенно ограничивают возможности введения импортных пошлин и квот. В то же время объективные экономические мотивы для защиты конкурентных позиций национальной промышленности, сельского хозяйства, транспорта и энергетики, сферы услуг, других отраслей экономики отнюдь не исчезли и не исчезнут, пока в мире существуют государства как таковые. В опре-

деленных условиях политика протекционизма используется для стимулирования экономического роста и преодоления экономических кризисов (подробнее см., например, [14, 22]).

В общем случае, все протекционистские инструменты, т. е. инструменты государственной политики, нацеленной на обеспечение конкурентных преимуществ отечественным предприятиям, можно разделить на два типа: «стимулирующие», т. е. повышающие конкурентоспособность отечественных предприятий, и «репрессивные», т. е. снижающие конкурентоспособность зарубежных производителей. К первому типу относятся разнообразные дотации и налоговые льготы, предоставляемые отечественным производителям, а также — что особенно важно в наукоемких отраслях — избирательный трансфер результатов инноваци-

<sup>1</sup> Исследование выполнено при поддержке РГНФ (проект № 14-02-00155а).

онных исследований и разработок. В рамках ВТО именно этот путь поддержки национальной наукоёмкой промышленности становится основным, тем более, что правила ВТО допускают государственное финансирование прикладных НИР, выполняемых в интересах соответствующей отрасли в целом, но не в интересах разработки конкретных типов изделий.

На первый взгляд, протекционистские меры второго типа, т. е. «репрессивные» меры, снижающие конкурентоспособность импортной продукции, в современных условиях становятся вообще неактуальными — и потому, что их применимость сильно ограничена правилами ВТО, и потому, что действенность таких мер ограничена, как правило, рамками юрисдикции соответствующих властей, тогда как для успешного развития многих отраслей наукоёмкой промышленности требуется глобальный рынок сбыта продукции. Тем не менее остается обширная группа не запрещенных правилами ВТО инструментов протекционистской политики, причем «репрессивного» типа, т. е. отсекающих конкурентов от соответствующих рынков. Это так называемые нетарифные меры регулирования, в том числе стандарты, нормы и т. п.

Ввиду озабоченности ВТО использованием стандартов в роли торговых барьеров было разработано соглашение по техническим барьерам в торговле (подробнее см. [18]). Этот документ гласит, что страны не должны использовать технические стандарты в качестве торговых барьеров, а, напротив, должны стремиться использовать международные стандарты или максимально гармонизировать национальные стандарты с международными. Однако данное соглашение делает исключения для стандартов в области охраны здоровья, безопасности населения и окружающей среды, национальной безопасности. Формально они никоим образом не ограничивают свободу торговли и продиктованы не соображениями защиты отечественного производителя от зарубежной конкуренции, а соображениями обеспечения безопасности населения и защиты окружающей среды. Достаточно соответствовать установленным нормам, и можно реализовать свою продукцию без ограничений. Однако в реальности фактическое выполнение требований стандартов и норм требует наличия ресурсов, неодинаково доступных всем конкурентам. Кроме того, контроль выполнения этих требований может быть не вполне объективным. Таким образом, на самых разных рынках стандарты и нормы становятся инструментом защиты опреде-

ленных производителей — что не отменяет и прочих мотивов их введения и ужесточения. И хотя ВТО настаивает на том, что стандарты не должны становиться необоснованным препятствием для производителей других стран, в реальности наблюдается широкое использование различных стандартов именно как протекционистских мер.

Стандарты как инструмент протекционизма стали особенно актуальны в относительно мирную эпоху конца XX — начала XXI в., когда формально восторжествовали принципы свободной торговли, утвердились правила ВТО и т. п. Однако уже в 2010-х гг. наметились угрозы окончания этой эпохи. С одной стороны, по мере развития системных кризисов современной мировой экономики и обострения геополитических противоречий, нельзя исключать и возврата к более прямым способам достижения ведущими мировыми державами своих внешнеэкономических целей, включая силовые акции по «взлому» рынков, которые встречались и в XIX, и даже в XX веке. С другой стороны, даже столь грубые методы в современном информационном обществе уже принято обосновывать благовидными соображениями (и от традиционной войны в XXI веке крупные державы стремятся уклониться, заменив ее «гибридной»). Поэтому по мере ужесточения глобальной конкурентной борьбы роль стандартов и норм как инструментов протекционизма, по мнению авторов, не ослабнет. Фактически, они так же займут место традиционных протекционистских мер, как необъявленные «гибридные войны» заняли место ранее использовавшейся «дипломатии канонерок» и «опиумных войн».

Основным объектом исследования в данной работе выбрана авиационная промышленность. Многие качественные выводы и предлагаемые подходы могут оказаться актуальными и для других отраслей, но есть и специфика этой отрасли (и некоторых других) именно в разрезе влияния стандартов на распределение долей рынка между конкурентами, о чем подробнее будет сказано ниже. В авиационной промышленности роль стандартов как инструментов государственной политики исключительно высока. Прежде всего, в авиации нормируются характеристики безопасности полетов и экологические показатели. Требуемые уровни характеристик, определяющих безопасность полетов, задаются так называемыми авиационными правилами, или нормами летной годности. Воздушные суда (ВС) не могут продаваться и даже эксплуатироваться для перевозки пас-

сажиров и грузов в данной стране, если они не получают сертификат типа ВС на соответствие авиационным правилам, действующим в этой стране. Похожая ситуация имеет место и в части экологических стандартов. Общие, рамочные требования к шуму на местности и уровню эмиссии вредных веществ устанавливаются положениями Международной организации гражданской авиации (ICAO, International civil aviation organization). Однако отдельные авиационные власти — прежде всего США и ЕС, и даже отдельные страны и регионы (в особенности районы расположения крупнейших аэропортов) — могут устанавливать свои, более жесткие экологические стандарты. Причем они могут касаться не только вновь сертифицируемых изделий, выходящих на рынок, но и уже производимых, или даже находящихся в эксплуатации. Со временем стандарты и нормы последовательно ужесточаются, что ограничивает возможность сертификации, продажи или даже эксплуатации ВС устаревших типов на соответствующих рынках.

Таким образом, ужесточение норм безопасности полетов и экологических норм становится мощным фактором конкурентной борьбы на рынках гражданской авиационной техники. В работах ряда отраслевых экономистов и инженеров (см., например, [3]) высказываются предположения о том, что ужесточение экологических стандартов в авиации на данном этапе практически полностью инспирировано конкурентными и протекционистскими мотивами. Впрочем, эти инструменты протекционизма выгодно отличаются от пошлин и квот тем, что их можно обосновать заботой о безопасности населения и качестве окружающей среды — и столь благородный мотив трудно оспорить.

В этой связи можно привести цитату из доклада Министерства торговли США [21]: «...особенно проблематично, если предлагаемые стандарты специально «сконструированы» в пользу изделий определенных производителей, что имело место при обсуждении некоторых стандартов в ИКАО. <...> В равной степени важно, чтобы правительство США проявляло бдительность в выявлении и реагировании зарубежных нормативных актов, которые наносят ущерб или дискриминируют американскую промышленность».

То есть правительство США признает, что ужесточение экологических стандартов в авиации может быть инструментом недобросовестной конкуренции, дискриминации определенных производителей и стран (причем, распо-

лагающих гораздо более мощной авиационной промышленностью и отраслевой наукой, чем Россия), и в отношении таких мер необходимо проявлять бдительность. Более того, в этом документе конкурирующий центр мирового авиационного — ЕС — прямо обвиняется в использовании такого инструмента недобросовестной конкуренции. Однако ведущие российские специалисты по авиационному шуму не допускают, что ужесточение экологических норм преследует какие-либо цели, кроме декларируемых, т. е. заботы об окружающей среде, выражая уверенность в следующем: «Конечно, ужесточение норм можно рассматривать как инструмент «выбивания» конкурента с поля, если конкурент не считает одним из главных приоритетов своей деятельности производство экологически чистой продукции» [12].

В работе [17], исходя из «общей теории экологического регулирования», нормы и т. п. жесткие административные меры названы неоптимальными, а основной акцент делается именно на более мягких механизмах штрафов и сборов. Однако, строго говоря, сравнительная эффективность этих групп инструментов регулирования зависит от ряда факторов (подробнее см. [5]), и вполне может быть, что именно налоги и штрафы окажутся неэффективными. Кроме того, как признано в источнике [10], фактически они применяются гораздо реже запретов. Во введении работы [16] отмечено, что «авиационный шум представляет собой хрестоматийный пример производственной экстерналии», и, на первый взгляд, для борьбы с ней могут применяться и менее жесткие инструменты, чем административное принуждение в форме введения стандартов и норм. Однако и сам автор отмечает, что традиционные в институциональной экономике рецепты по интернализации этого внешнего эффекта (в особенности, спецификация прав собственности) практически неприменимы, хотя бы в силу многочисленности и многообразия получателей ущерба.

В работе [13] сделана попытка определить, в каких ситуациях влияние стандартов, снижающее здоровую конкуренцию, преобладает над влиянием стандартов, усиливающим конкуренцию. При этом авторы указанной работы никоим образом не отрицают, что зачастую стандарты используются для создания барьеров для вступления на рынок, повышения затрат конкурентов и защиты положения на рынке. В работе [17] отмечено, что, поскольку нормы ICAO вводятся в результате согласования интересов разных стран, они существенно

запаздывают относительно последних технологических достижений, и введение более жестких локальных норм может быть полезным именно с точки зрения стимулирования технологического развития.

Как правило, ужесточение стандартов авиационные власти предпринимают, когда соответствующий авиапромышленный комплекс (американский, европейский и т. д.) сам будет готов удовлетворить более жестким нормам, накопив необходимый для этого научно-технологический задел. Поскольку его создание требует затрат, авиастроительные компании, лоббируя ужесточение норм (или, по крайней мере, соглашаясь с таким решением своих авиационных властей), вынуждены соотносить затраты на достижение более высокого уровня безопасности или экологической чистоты и возможный прирост прибыли, получаемый за счет вытеснения конкурентов. Эти два фактора — затраты на ужесточение стандартов и возможный выигрыш от вытеснения конкурентов — и являются основными в экономическом механизме влияния стандартов и норм на рынки гражданской авиационной техники (а также для «конкуренции стандартов» на многих других рынках).

Связь затрат на исследования и разработки и достигаемого в результате уровня безопасности полетов или экологической чистоты, в принципе, может быть оценена на основе апостериорных данных о стоимости и результативности таких программ — см., например, [8]. В данной работе основное внимание уделяется иному аспекту — приросту объемов продаж и выручки, достигаемому при введении более жестких, чем у конкурентов, стандартов и норм. С одной стороны, он, наряду с вышеуказанными затратами на НИОКР, определяет стратегии фирм на рынках, регулируемых стандартами и нормами. С другой стороны, возможные изменения рыночной конъюнктуры следует принимать во внимание и государству при выработке политики в сфере стандартизации и нормирования. Разумеется, выработка конкретных стратегий авиастроительных компаний, а также государства, уже остается за рамками данной работы. Здесь предполагается лишь оценить непосредственный протекционистский эффект ужесточения стандартов и норм на рынках авиационной техники, достигаемое при этом изменение объемов продаж и доходов производителей.

### **Специфика «конкуренции стандартов» и определения границ рынков в гражданском авиационном**

Сама разработка стандартов в области авиации, а также процедуры сертификации ВС, т. е. установления их соответствия стандартам, требуют значительных объемов исследований (расчетных и экспериментальных), наличия научно-конструкторских школ и экспериментально-стендовой базы. Поэтому на данный момент в мире действует лишь несколько самостоятельных авиационных администраций, устанавливающих соответствующие стандарты и выдающих сертификаты на соответствие им конкретных типов ВС. По описанным выше причинам такие авиационные администрации, как правило, связаны с мировыми центрами авиационного строительства, с ведущими авиастроительными державами мира, располагающими развитой отраслевой авиационной наукой. Прежде всего, к таким авиационным властям относятся Федеральная авиационная администрация США (FAA, Federal aviation administration), устанавливающая американские авиационные правила — FAR, Federal aviation regulations, и авиационные власти Объединенной Европы — EASA, European aviation safety agency. В России Федеральное агентство воздушного транспорта (Росавиация) выдает сертификаты на соответствие отечественным Авиационным правилам (АП) — которые, впрочем, все в большей степени гармонизируются с европейскими. Подавляющее большинство других стран, не располагающих вышеописанными научно-инженерными компетенциями и экспериментально-стендовой базой, хотя формально имеют государственные органы, контролирующие летную годность воздушных судов, но фактически ограничиваются валидацией (признанием) сертификатов типа, выданных одной из «глобальных» авиационных администраций.

Таким образом, границы рынка, контролируемого авиационными властями данной страны, могут выходить далеко за пределы ее географических границ. То есть можно говорить о наличии в мире технологических зон, как территорий, на которых действуют определенные стандарты и нормы (причем, это касается не только рынков авиационной техники). И хотя, как правило, ведущие производители участвуют в их выработке в различных формах, вплоть до лоббирования, границы технологических зон не обязательно совпадают с территорией расположения соответствующих предприятий. Особенно это актуально в связи с гло-

бализацией авиационной промышленности, ее переходом к сетевой организационной структуре, когда, строго говоря, нельзя однозначно определить, является ли данный продукт отечественным или импортным. В современных условиях — особенно если экономическая эффективность ВС как средства для получения авиакомпаниями дохода, в принципе, близка у всех ведущих производителей — на первый план выходит «конкуренция стандартов», родственная «конкуренции юрисдикций», исследованной в общем виде в работе [6].

В силу сложившегося положения дел все ныне реализуемые проекты создания гражданских ВС в России изначально ориентированы<sup>1</sup> на получение, наряду с отечественным сертификатом типа ВС, также сертификатов типа EASA и/или FAA, которые признаются, валидируются практически «в автоматическом режиме» авиационными властями подавляющего большинства третьих стран. В этой связи активно ставится вопрос о целесообразности сохранения в России собственной системы стандартов и норм в области авиастроения и гражданской авиации и, говоря более широко, — суверенного воздушного права. Если на сегодняшний день российские авиационные правила гармонизируются с зарубежными (прежде всего, европейскими), но являются все-таки российскими, то ряд специалистов-практиков настаивает на том, чтобы Россия в принципе отказалась от собственных стандартов и норм, признав над собой юрисдикцию общеевропейских авиационных властей. Аргументы таковы:

— сама по себе гармонизация стандартов и норм (а прежде всего — разработка и поддержание собственных стандартов) является весьма дорогостоящей;

<sup>1</sup> Желая получить сертификат типа ВС, разработчик и производитель должен с самого начала вести все разработки по проекту, ориентируясь на требования соответствующих стандартов, документируя соответствующие действия. Современные стандарты безопасности регламентируют не только (и даже не столько) конкретные технические характеристики, но и сами процедуры создания изделий. Это обусловлено их сложностью: невозможно ни в каких испытаниях за реалистичный срок установить соответствие стандартам столь сложных и многосвязных систем. Поэтому необходимо превентивно обеспечивать безопасность изделий и систем правильной организацией работ. В этом смысле современные сертификационные требования к авиационной технике аналогичны стандартам серии ISO 9001, которые, как известно, также регламентируют не конкретные характеристики продукции (тем более, что эти стандарты универсальны и не привязаны к отрасли), а именно процессы управления качеством на предприятиях.

— даже если стандарты полностью гармонизированы, автоматическая валидация отечественного сертификата типа ВС в странах ЕС не происходит, и требуется отдельная сертификация по нормам EASA (которая, как уже упомянуто, осуществляется параллельно с российской сертификацией).

То есть на первый взгляд отказ от суверенной системы стандартов и норм сокращает как издержки разработчиков и производителей авиационной техники, так и расходы государственного бюджета. В то же время необходимо учитывать, что управление стандартами и нормами в такой отрасли, как авиационная промышленность, — это, по существу, управление самим процессом технологического развития отрасли. И отказ от суверенитета в данной сфере, в принципе, может означать отказ от самостоятельности в выборе направлений долгосрочного развития, и даже в части контроля над текущим процессом эксплуатации авиационной техники. В сложившейся напряженной геополитической обстановке это напрямую ставит под угрозу национальную безопасность России. Отказ от самостоятельных исследований по обоснованию уровней разнообразных норм и по разработке методов сертификации приведет к деградации ряда научных направлений, потере соответствующих компетенций в российской авиационной промышленности и отраслевой науке. Кроме того, те направления развития стандартов в гражданском авиастроении, которые планируются на данный момент (например, тенденции ужесточения норм по шуму на местности и эмиссии вредных веществ), уже не являются однозначно благотворными как с социально-экономической, так даже и с экологической точки зрения (см., например, [3]). Таким образом, существуют весомые соображения в пользу сохранения самостоятельной системы стандартов и норм в области авиации, если только Россия планирует оставаться авиационной державой (и, в более широком смысле, — суверенной страной, если учитывать роль авиации в обеспечении военной и экономической безопасности России). Тем не менее, суверенитет в сфере стандартов имеет определенную стоимость, и целесообразно оценить, насколько дорогостоящим окажется для России поддержание собственной технологической зоны и насколько эффективным было бы объединение в этой области с какими-либо странами, которые также активно развивают собственное авиастроение — например, КНР, Индией, Бразилией и т. п.

Влияние ужесточения стандартов и норм какой-либо из стран на распределение объемов продаж является в авиационной промышленности весьма специфическим и представляет самостоятельный научный интерес. Рассмотрим без ограничения общности две технологические зоны, в которых устанавливают стандарты соответствующие авиационные власти — 1 и 2, и двух конкурирующих производителей — А и В (связанных, в том числе, отношениями лоббирования и т. п. с авиационными властями, соответственно, 1 и 2). Введем следующие условные обозначения:

$N_1$  — емкость рынка 1;

$N_2$  — емкость рынка 2.

Пусть изначально без учета фактора стандартов и норм (т. е. при свободном выборе авиакомпаниями наиболее предпочтительных типов ВС) эти рынки распределялись между конкурентами в следующих пропорциях (можно назвать их «распределением статус-кво»):

$\alpha_1$  — доля производителя А на рынке 1;

$\alpha_2$  — доля производителя А на рынке 2;

$\beta_1 = 1 - \alpha_1$  — доля производителя В на рынке 1;

$\beta_2 = 1 - \alpha_2$  — доля производителя В на рынке 2.

Исходное распределение долей рынка наглядно может быть изображено в виде, представленном на диаграмме (рис. 1).

Разумеется, на современных рынках авиационной техники и в обозримом прошлом не найти такого «нулевого» состояния, когда стандарты и нормы не влияли бы на ее развитие — уже десятки лет все гражданские воздушные суда проходят сертификацию, действуют и развиваются описанные выше системы стандартов безопасности и экологических норм. Однако можно в качестве *status quo* рассматривать положение, в котором стандарты технологических зон 1 и 2 взаимно гармонизированы, т. е. сертификаты типа ВС взаимно валидируются авиационными властями без дополнительных испытаний. В принципе, можно считать, что такая ситуация и сложилась в течение нескольких последних лет на западном рынке авиационной техники после взаимного признания сертификатов FAA и EASA, пока ни один из этих игроков не установил существенно более жесткие стандарты. Можно включить в это общее «пространство без торговых барьеров» и Россию, так как все современные и перспективные российские гражданские ВС изначально создаются в расчете на сертификацию в ЕС и/или США — так, например, основной современный продукт российского гражданского

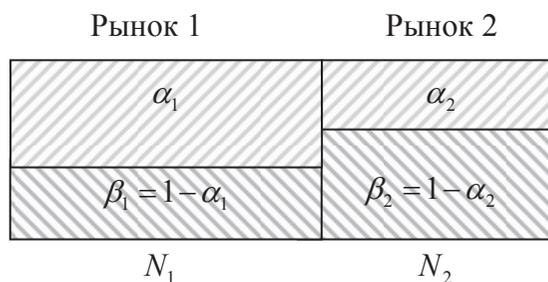


Рис. 1. Исходное распределение долей рынка авиационной техники

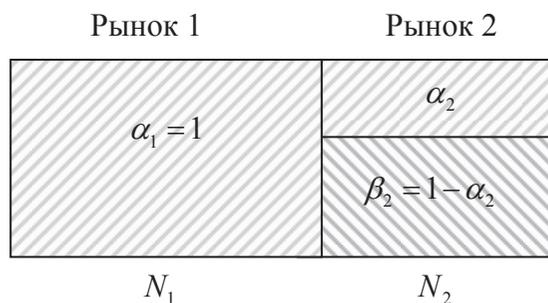


Рис. 2. Распределение долей рынка после победы производителя А в «гонке стандартов»

авиастроения, региональный пассажирский самолет Sukhoi SuperJet 100, имеет сертификат типа EASA.

На первый взгляд, влияние «конкуренции стандартов» на объемы продаж и распределение долей рынков просто и очевидно. Если производитель А вырвется вперед в «гонке стандартов», он сможет установить на контролируемом им рынке 1 более жесткий стандарт и завоевать оставшуюся долю этого рынка  $\beta_1$ , оставив при этом за собой долю  $\alpha_2$  рынка 2. В этом случае влияние победы производителя А в «гонке стандартов» на распределение долей рынка наглядно может быть изображено в виде, представленном на диаграмме (рис. 2).

То есть, на первый взгляд, для оценки изменения объемов продаж достаточно знать распределение долей рынков в состоянии *status quo*. Если же, наоборот, производитель В станет лидером в этой «гонке стандартов», производитель А на контролируемом им рынке 1 вынужден будет конкурировать с В, но потеряет лишь свою долю  $\alpha_2$  на рынке 2. Однако в последнем случае производитель А потеряет в реальности и часть доли  $\alpha_1$  на «своем» рынке 1, поскольку часть ВС, принадлежащих авиакомпаниям технологической зоны 1, летает на международных авиалиниях и должна удовлетворять нормам технологической зоны 2 (если таковые окажутся более жесткими). Симметричный эффект будет иметь место и в случае, если игрок В отстанет от конкурента (как предполагается на

рис. 2). Таким образом, влияние выигрыша или проигрыша в «конкуренции стандартов» на распределение долей рынка и объемов продаж окажется более сильным, чем можно предположить на основе «распределения статус-кво». В случае проигрыша даже изначальную долю на «своем» рынке производителю удержать не удастся. Насколько ниже окажется его реальная доля по сравнению с долей «статус-кво» — зависит от того, насколько велика доля рейсов, выполняемых в технологическую зону с более жесткими стандартами.

Такие «плавающие» границы рынков характерны для немногих отраслей. В самом деле, если продукты питания, бытовая техника, подавляющая доля промышленного оборудования и т. п. блага перестанут удовлетворять ужесточившимся стандартам «чужой» технологической зоны, их производители теряют соответствующие рынки, но, по крайней мере, сохраняют за собой доли на «нашем» рынке, которые занимали в состоянии «статус-кво». Более того, они могут их даже немного увеличить, поскольку теперь зарубежные конкуренты вынуждены удовлетворять возросший спрос на «своих» рынках, и могут ослабить конкурентное давление на «нашем». Специфические следствия выигрыша или проигрыша в «конкуренции стандартов», рассмотренные выше, характерны именно для рынков тех товаров, которые, хотя и приобретаются в «нашей» технологической зоне, но должны часто эксплуатироваться и в «чужих» технологических зонах. Это, прежде всего, транспортные средства, используемые в международных перевозках, — гражданские воздушные суда, а также туристические автобусы, дальнемагистральные грузовики, морские и речные суда, железнодорожный подвижной состав. В последнем случае несоответствие стандартов разных технологических зон приводит либо к их обособлению, либо к оригинальным технологическим решениям. Причем, применительно к железнодорожному транспорту теряет смысл вопрос, какие стандарты жестче — «европейская» колея шириной 1435 мм или колея шириной 1520 мм, принятая в странах бывшего СССР и Финляндии, — они просто различны. В связи с различием стандартов поезда, совершающие рейсы между этими технологическими зонами, вынуждены менять колесные пары на пограничных станциях<sup>1</sup>. В то же время

и такую ситуацию, как показано ниже, можно количественно описать в рамках предлагаемого в данной работе весьма универсального модельного подхода.

Возвращаясь к рынкам продукции авиационной промышленности, подчеркнем, что выявленная особенность касается не только товаров — в данном случае авиационной техники, но и услуг — различных видов послепродажного обслуживания, технического обслуживания и ремонта (ТОиР), модернизации, поставки запчастей и т. п., составляющих на данный момент около половины стоимостного объема продукции мировой авиационной промышленности (см., например, [2]). Если воздушные суда, даже имеющие необходимые сертификаты, не будут обслуживаться в сертифицированных сервисных центрах, они не будут допущены к выполнению полетов в соответствующую технологическую зону (в принципе, на законных основаниях, поскольку качество ТОиР во многом определяет надежность авиационной техники и безопасность полетов). И такие ограничения широко распространены в современной экономике — так, ЕС регулярно составляет и пересматривает «черные списки» авиакомпаний стран, не входящих в ЕС, которым запрещены полеты в европейские аэропорты (см., например, [19])<sup>2</sup>. Подчеркнем, что речь идет об авиакомпаниях, которые, как правило, эксплуатируют современную авиационную технику производства США или ЕС — и, тем не менее, могут быть не допущены к полетам в эти страны. Такие «черные списки» являются инструментом протекционизма не только на рынках гражданской авиационной техники, но и на рынках авиаперевозок.

#### **Экономико-математическая модель оптимальной структуры смешанного парка воздушных судов для выполнения внутренних и международных авиаперевозок**

Необходимо оценить, как эндогенные величины, те доли рынков гражданских ВС, которые установятся в случае нарушения «статус-кво» в сфере стандартов. Для определенности будем считать, не ограничивая общности, что производитель А стал лидером в «гонке стандартов» и установил более жесткие стандарты в контролируемой им технологической зоне 1, полностью заняв соответствующий рынок. То есть остается определить, в каких до-

<sup>1</sup> Существуют также «универсальные» колесные тележки с изменяемой шириной колеи, что приводит к их усложнению и удорожанию.

<sup>2</sup> Строго говоря, имеется ряд оснований для включения в эти списки, и отсутствие обслуживания в сертифицированных сервисных центрах лишь одно из них.

лях распределяются между производителями А и В объемы продаж на рынке 2, где могут эксплуатироваться ВС, удовлетворяющие менее жестким нормам. Итак, аутсайдер в «конкуренции стандартов» В теряет часть доли «своего» рынка 2 по сравнению с долей в состоянии *status quo*  $\beta_2 = 1 - \alpha_2$ , поскольку ВС должны совершать рейсы и в другую технологическую зону, где действуют более жесткие стандарты. То есть на первый взгляд доля ВС, удовлетворяющих более жестким стандартам, просто должна соответствовать доле рейсов, совершаемых из технологической зоны 2 в технологическую зону 1. Обозначим ее  $\gamma_{21}$ . Подчеркнем, что это — именно доля в общем количестве рейсов, совершаемых авиакомпаниями технологической зоны 2. «Симметричная» величина  $\gamma_{12}$ , т. е. доля рейсов авиакомпаний технологической зоны 1, совершаемых в технологическую зону 2, никак с этой величиной не связана, хотя бы в силу того, что сами объемы авиаперевозок в этих технологических зонах могут быть несопоставимыми, да и количества «встречных» рейсов не обязаны быть равными (хотя двусторонние соглашения многих стран предусматривают паритетный принцип назначения национальных авиаперевозчиков на международные авиалинии). Яркий пример предоставляет статистика гражданской авиации РФ: с 1990-х гг. доля международных авиаперевозок в России неуклонно возрастала вплоть до 2014 г., когда многим авиапассажирам, особенно туристам, пришлось переориентироваться с привычных зарубежных направлений на внутрироссийские. До 2014 г. доля международных авиаперевозок составляла более половины. По данным [20], доля международных перевозок в РФ в 2013 году составляла 65 % и упала до 63 % в 2014 году. В то же время, в силу существенно больших объемов авиаперевозок в странах Запада (так, только внутренний пассажирооборот в США в 2013 г. составил 579 млрд пасс.-км [20], тогда как в РФ — около 78 млрд пасс.-км [9]), доля рейсов в Россию составляла не более нескольких процентов. Таким образом,  $\gamma_{12} \neq \gamma_{21}$ .

Однако в реальности доля ВС, которые в рассматриваемой ситуации должны удовлетворять более жестким нормам рынка 1, в парках авиакомпаний технологической зоны 2, как правило, существенно выше, чем  $\gamma_{21}$ , по следующей причине. Как правило, в авиакомпаниях, выполняющих как внутренние, так и международные рейсы (а таковыми являются все крупнейшие авиакомпании России, выполняющие подавляющую долю всей транспортной работы

гражданской авиации страны<sup>1</sup>), одни и те же ВС могут использоваться попеременно как на внутренних, так и на международных авиалиниях. Это подтверждается и реальными данными о фактически выполненных рейсах для каждого конкретного ВС, доступными, например, на сайте [www.flightradar24.com](http://www.flightradar24.com). Так, в парке авиакомпании «Аэрофлот» попеременно совершают рейсы по России, странам СНГ и в дальнейшем зарубежье среднемагистральные самолеты Airbus A-319/320/321, составляющие большую часть парка этой авиакомпании (и в целом, среднемагистральные ВС преобладают в парке мировой гражданской авиации, см., например, [15]). Более того, такой же режим эксплуатации характерен и для самолетов Sukhoi SuperJet 100 в «Аэрофлоте», которые изначально позиционировались как региональные, но фактически выполняют рейсы по магистральным направлениям (в том числе международным, в страны — члены ЕС), если количество пассажиров не позволяет эффективно использовать более тяжелые ВС.

Решающее значение в обеспечении экономической эффективности работы авиакомпаний имеет обеспечение высокой интенсивности эксплуатации ВС, сокращение непроизводительных простоев. Кроме того, в условиях нестабильных пассажиропотоков, характерных для реальной рыночной экономики, авиакомпании стремятся к маневру перевозочными мощностями, т. е. к постановке на каждый конкретный рейс воздушного судна, по возможности, наиболее близкой вместимости к реально проданному числу билетов. Все эти соображения дополнительно усиливают стимулы к приобретению «универсальных» ВС, которые без ограничений могут эксплуатироваться в любой технологической зоне, а значит, должны удовлетворять наиболее жестким стандартам. В принципе, именно такую политику формирования парка проводят и современные российские авиакомпании, а разработчики и производители авиационной техники стремятся к созданию соответствующей продукции. Однако здесь рассматривается ситуация нарушения *status quo* в сфере стандартов, действующих на рынке авиационной техники. Останется ли в этом случае за аутсайдером в «гонке стандартов» хотя бы какая-то доля «его собственного» рынка, с учетом указанных соображений? И

<sup>1</sup> Крупнейшими авиакомпаниями на 2014 год являлись: Аэрофлот — российские авиалинии, Трансаэро, ЮТэйр, Сибирь, Россия. Их совокупный пассажирооборот превышал 66 % от общего пассажирооборота гражданской авиации РФ, согласно официальным источникам [9].

каковы будут для авиакомпаний мотивы приобретения такой авиационной техники исключительно «для внутреннего пользования»? Именно понимание этих мотивов позволит получить обоснованные количественные оценки.

Вначале рассмотрим задачу оптимизации численности однородного парка ВС, которые выполняют рейсы по мере необходимости, возникающей в случайные моменты времени, но с известной средней частотой (интенсивностью)  $\lambda$ , рейсов в сутки. Строго говоря, такое допущение более справедливо не для регулярных рейсов, а для чартерных, но правомерно рассматривать попеременно возникающую необходимость выполнять внутренние и международные рейсы. И, несмотря на наличие в авиакомпаниях краткосрочного планирования расстановки ВС по рейсам, на долгосрочных интервалах (для которых и приходится определять структуру парка) процесс попеременного поступления заявок на рейсы обоих типов придется рассматривать как случайный. Пусть средняя продолжительность выполнения парного рейса (включая пред- и послеполетную подготовку, т. е. от момента, когда заявка принята, и до момента, когда ВС готово к выполнению следующей) составляет  $\tau_{\text{рейс}}$  ч. Предположим, что потоки событий «заявка на рейс» и «выполнение рейса» являются простейшими, т. е. интервалы между заявками на рейс и длительности выполнения рейсов распределены по экспоненциальным законам. Тогда для описания процесса эксплуатации парка ВС можно использовать классическую пуассоновскую теорию массового обслуживания (см., например, [1; 11]).

Рассмотрим парк однотипных ВС численностью  $n$ , принадлежащий данной авиакомпании и базирующийся в одном базовом аэропорту. В принципе, парк крупных авиакомпаний может быть и рассредоточен по нескольким аэропортам, и тогда в случае необходимости для выполнения рейса может быть взято ВС, находившееся в другом аэропорту (для чего придется выполнить перегоночный рейс), но здесь для простоты такая ситуация не рассматривается. Однородный парк ВС представляется как  $n$ -канальная система массового обслуживания (СМО). Предположим, что в этой СМО допускается неограниченная (ни по длине, ни по времени ожидания) очередь, т. е. если в парке на момент поступления заявки отсутствует свободное ВС, рейс откладывается в ожидании свободного ВС. Пользуясь хорошо разработанными моделями теории массового обслуживания (см., например, [1; 11]), можно оценить:

– среднее число отложенных рейсов  $\bar{d}$  (оценивается как средняя длина очереди в рассматриваемой СМО:  $\bar{d} = \sum_{i=0}^{+\infty} p_i \times \max\{i - n; 0\}$ , где  $p_i$  – вероятность  $i$ -го состояния СМО,  $i = 0, 1, \dots, +\infty$ );

– среднее время задержки рейса из-за отсутствия свободных ВС  $\bar{t}_{\text{delay}}$ , ч (оценивается по известной в теории массового обслуживания формуле Литтла (см., например, [1; 11]), которая связывает среднее время ожидания в очереди и ее среднюю длину:  $\bar{t}_{\text{delay}} = \frac{\bar{d}}{\lambda/24} = 24 \frac{\bar{d}}{\lambda}$ );

– коэффициент регулярности рейсов, т. е. долю заявок на выполнение перевозок, которые были удовлетворены без задержек,  $K_{\text{пер}} < 1$  (оценивается как сумма вероятностей всех состояний СМО, в которых не образуется очереди, т. е. всех состояний с номерами от 0 до  $n$ :

$$K_{\text{пер}} = \sum_{i=0}^{i=n} p_i, \text{ где } p_i \text{ — вероятность } i\text{-го состояния СМО, } i = 0, 1, \dots, +\infty.$$

Вероятности пребывания СМО в каждом состоянии  $\{p_i\}$ ,  $i = 0, 1, \dots, +\infty$ , оцениваются по известным формулам Эрланга (подробнее см. [1; 11]) на основе интенсивностей поступления заявок на выполнение рейсов  $\lambda$  и выполнения парных рейсов  $\mu = 24 / \tau_{\text{рейс}}$ . Строго говоря, для оценки вероятностей имеют значение не сами по себе эти интенсивности как таковые, а их отношение, выступающее в теории массового обслуживания как параметр подобия, называемый относительной загрузкой канала:  $\rho = \lambda / \mu$ . Качественные зависимости результирующих характеристик работы СМО от параметров модели таковы:

$$\frac{\partial K_{\text{пер}}}{\partial n} > 0; \quad \frac{\partial \bar{t}_{\text{delay}}}{\partial n} < 0; \quad \frac{\partial K_{\text{пер}}}{\partial \rho} < 0; \quad \frac{\partial \bar{t}_{\text{delay}}}{\partial \rho} > 0.$$

То есть качество обслуживания, регулярность рейсов и т. п. улучшаются по мере увеличения численности парка (что, в свою очередь, требует и увеличения затрат на его приобретение и содержание). Если растет спрос на перевозки и/или увеличивается средняя продолжительность рейсов, то для сохранения уровня регулярности рейсов придется наращивать численность парка.

Если задаться минимально необходимым уровнем коэффициента регулярности  $K_{\text{пер}}^{\text{треб}}$ , можно оценить минимально необходимую для удовлетворения спроса на перевозки численность парка ВС  $n^*$ :

$$K_{\text{пер}}(n^*) \geq K_{\text{пер}}^{\text{треб}}, \quad K_{\text{пер}}(n^* - 1) < K_{\text{пер}}^{\text{треб}}.$$

Если же рассматривается смешанный парк ВС, его следует моделировать как две независимые СМО, удовлетворяющие потоки заявок:

— на выполнение рейсов в технологическую зону 1 (т. е. международных), интенсивностью  $\lambda_1 = \gamma_{21}\lambda$ , рейсов в сутки,

— и на выполнение рейсов в пределах технологической зоны 2 (т. е. внутренних), интенсивностью  $\lambda_2 = (1 - \gamma_{21})\lambda$ , рейсов в сутки.

Причем, в первой СМО используется  $n_1$  ВС, удовлетворяющих стандартам технологической зоны 1 (и, автоматически, стандартам технологической зоны 2, как более мягким), а во второй —  $n_2$  ВС, удовлетворяющих лишь стандартам технологической зоны 2. Моделирование работы этих СМО полностью аналогично проведенному выше для однородного парка ВС. Предполагая, что регулярность выполнения рейсов не должна ухудшиться, т. е. по-прежнему  $K_{\text{пер}} \geq K_{\text{пер}}^{\text{треб}}$ , найдем оптимальные численности парков ВС:

—  $n_1^*$  — парка ВС, удовлетворяющих стандартам технологической зоны 1 (и, автоматически, стандартам технологической зоны 2, как более мягким);

—  $n_2^*$  — парка ВС, удовлетворяющих лишь стандартам технологической зоны 2.

#### **Анализ распределения натуральных и стоимостных объемов продаж изделий, удовлетворяющих различным стандартам**

Ранее уже была определена оптимальная численность однородного парка ВС, удовлетворяющих стандартам технологических зон 1 и 2,  $n_{\text{однор}}^*$ . В силу известных свойств систем массового обслуживания, в частности, положительного эффекта масштаба, обусловленного законом больших чисел, необходимая численность смешанного парка ВС будет заведомо не ниже, чем однородного:  $n_1^* + n_2^* \geq n_{\text{однор}}^*$ . Поэтому при прочих равных условиях, если одинаковы цены и эксплуатационные характеристики ВС конкурирующих производителей, у авиакомпаний технологической зоны 2 вообще не будет мотивации приобретать ВС фирмы В. В случае необходимости они не смогут выполнить международный рейс и будут простаивать, а для поддержания прежней регулярности рейсов придется приобретать больше ВС. Следовательно, приобретение ВС «для внутреннего употребления» будет выгодным лишь в том случае, если они будут дешевле, чем ВС, удовлетворяющие наиболее жестким нормам. В этом проявляется эффект, который правомерно назвать *эффектом предпочтения универсальности*, поскольку при прочих равных авиакомпании предпочитают

приобретать ВС, допущенные без ограничений к выполнению рейсов в любых направлениях, нежели ВС «для внутреннего пользования».

Если считать, что прямые переменные затраты на совершение рейса<sup>1</sup> для двух рассматриваемых типов ВС одинаковы, условие экономической заинтересованности авиакомпании в содержании смешанного парка сводится к сокращению суммарных затрат на приобретение парка. Его можно выразить следующим образом:

$$p_1 n_1^* + p_2 n_2^* < p_1 n_{\text{однор}}^*,$$

откуда можно выразить максимально приемлемую цену ВС «для внутреннего употребления»:

$$p_2 < p_2^{\text{max}} = \frac{n_{\text{однор}}^* - n_1^*}{n_2^*} p_1.$$

Точнее, цена ВС, удовлетворяющих лишь стандартам технологической зоны 2, должна быть строго ниже выражения в правой части неравенства — и в реальности значительно ниже, поскольку иначе авиакомпании не согласятся приобретать неоднородный парк. Это вызвано двумя основными причинами. Во-первых, эксплуатация разнородного парка авиационной техники — даже при одинаковом уровне технико-экономического совершенства различных моделей — дороже, чем однородного, поскольку для каждой модели требуются особые запчасти и средства наземного обслуживания (СНО), отдельное обучение персонала и т. п. Подробнее эти аспекты описаны в работах, посвященных экономике технического обслуживания и ремонта (ТОиР) авиационной техники — см., например, [4]. Во-вторых, здесь выбор структуры парка рассматривается в детерминированной постановке, и авиакомпании точно знают долю рейсов, выполняемых в пределах той или иной технологической зоны, тогда как в реальности они работают в условиях значительной неопределенности и вынуждены делать выбор структуры парка на длительную перспективу. В связи с этим усиливается предпочтение ВС, которые могут эксплуатироваться в любых технологических зонах (и, по возможности, имеют запас в части соответствия различным нормам — как действующим, так и ожидаемым).

С учетом полученной выше (как обосновано, весьма оптимистической) оценки цены  $p_2$  выручка от продажи ВС «для внутреннего

<sup>1</sup> Подробнее о классификации затрат авиакомпаний и методах их калькуляции см. книгу [7].

употребления»  $R_2$  будет заведомо ниже следующего уровня:

$$R_2 < R_2^{\max} = p_2^{\max} \frac{n_2^*}{T_{\text{сл}}} = \frac{n_{\text{однор}}^* - n_1^*}{n_2^* T_{\text{сл}}} p_1 n_2^* = \frac{p_1}{T_{\text{сл}}} (n_{\text{однор}}^* - n_1^*),$$

где  $T_{\text{сл}}$  — средний календарный срок службы ВС. Здесь он предполагается равным для обоих конкурирующих типов. Заметим, что такая упрощенная формула выручки построена в предположении, что потребная численность парков ВС со временем не меняется, и поставки новых изделий лишь компенсируют их списание. В принципе, в предлагаемой модели можно учесть и рост численности парка ВС, но, поскольку здесь, в конечном счете, определяется пропорция, соотношение между долями рынков, на долгосрочных временных интервалах динамика объемов продаж не окажет влияния на результаты.

Если считать, что технологическая зона 2 сравнительно мала, и, соответственно, возможное производство авиационной техники, рассчитанной лишь на ее стандарты, слабо влияет на общую конкурентную ситуацию на мировом рынке, тогда цена ВС, предназначенных для повсеместной эксплуатации, остается неизменной как при наличии моделей, рассчитанных на использование лишь в технологической зоне 2, так и при их отсутствии. Следовательно, в правой части последнего неравенства стоит разность объемов выручки «глобальной» авиационной промышленности (производителя А, в рамках предложенной модели) в том случае, если «особые» модели для технологической зоны 2 не производятся, и в том случае, если они будут производиться:

$$R_2^{\max} = \frac{p_1}{T_{\text{сл}}} (n_{\text{однор}}^* - n_1^*) = R_{\text{однор}} - R_1.$$

Иначе говоря, распределение доходов (но не прибылей, их следует рассчитывать отдельно) конкурирующих производителей авиационной техники представляет собой игру с заведомо убывающей (т. к.  $R_2 < R_2^{\max}$ ,  $R_1 + R_2 < R_{\text{однор}}$ ) суммой. То есть в рамках введенных выше допущений об условиях экономической заинтересованности авиакомпаний в приобретении ВС «для внутреннего употребления» производители последних определенно отбирают часть выручки у производителей ВС, удовлетворяющих самым жестким стандартам.

В предложенной простейшей модели предполагается, что технологических зон — всего

две, и стандарты в одной из них, под номером 1, жестче, чем в технологической зоне 2. Однако, во-первых, технологических зон на глобальном рынке может быть несколько (одна из целей данной работы и состоит в анализе эффективности формирования Россией и, возможно, какими-либо странами БРИКС суверенной технологической зоны, отличной от зон, контролируемых FAA и EASA). Во-вторых, система стандартов и норм, действующих в авиации, многомерна, она регламентирует множество параметров, и, в принципе, вполне возможно, что по некоторым параметрам стандарты жестче в одной технологической зоне, а по другим — в другой. Тем не менее, и эти реальные особенности легко учесть путем небольшой модификации данной модели. Под технологической зоной 2 можно подразумевать данную технологическую зону, в которой действуют определенные стандарты и нормы, возможно, менее жесткие, чем в других технологических зонах. Под технологической зоной 1 — сферу международных (точнее, межзональных) авиаперевозок, поэтому предназначенные для нее ВС должны удовлетворять самым жестким нормам по всему перечню технологических зон, причем для каждого нормируемого параметра<sup>1</sup>. И перед авиакомпаниями, работающими в каждой технологической зоне, стоит та же задача оптимизации структуры парка, выбора оптимального количества ВС «для внутреннего пользования» и для глобального рынка. Причем для всех технологических зон, вне зависимости от их количества, эти задачи решаются независимо, а оптимальные количества «универсальных» ВС, удовлетворяющих стандартам межзональных перевозок (и, автоматически, стандартам любой технологической зоны, как более мягким), суммируются.

### Параметрические расчеты и качественный анализ их результатов

Для получения приблизительных оценок долей рынка 2, занимаемых производителями А и В, зададимся следующим набором исходных данных:  $\lambda = 50$  рейсов в сутки (что по порядку величины соответствует средней региональной авиакомпании в России, перевозящей порядка 1–3 млн пасс. в год);  $\tau_{\text{рейс}} = 8$  ч;  $K_{\text{пер}}^{\text{треб}} = 97\%$ . На рис. 3 приведены графики минимально необходимой численности парков ВС в зависимо-

<sup>1</sup> В рассмотренном выше примере железнодорожного транспорта, когда нельзя сказать, что какие-либо стандарты ширины колеи жестче других, этому сегменту рынка соответствует подвижной состав с изменяемой шириной колеи.

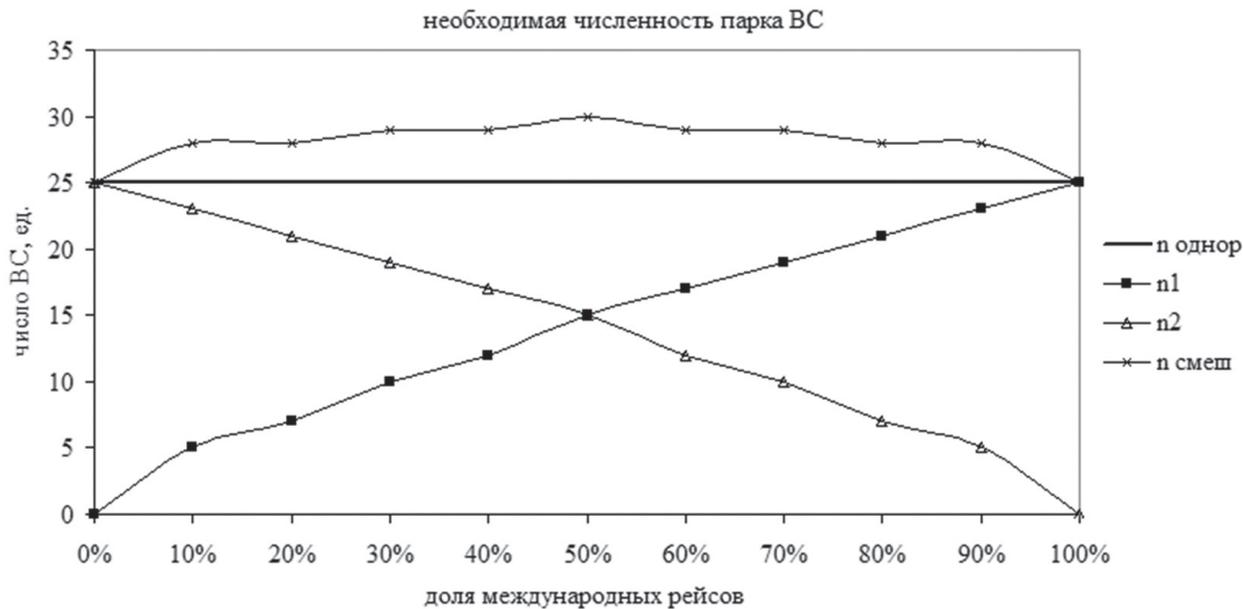


Рис. 3. Минимально необходимая численность однородного и смешанного парка ВС (пример)

сти от доли рейсов, выполняемых в «чужую» технологическую зону,  $\gamma_{21} \in [0, 1]$ .

Заметим, что минимально необходимая численность однородного парка ВС составила  $n^*_{однор} = 25$ , тогда как без учета случайного характера поступления заявок и их выполнения достаточно было бы  $\frac{\lambda}{\tau_{рейс}} = \frac{50}{3} \approx 17$  ВС. При этом регулярность рейсов составит  $K_{рег} = 97,4 \%$ ,

а среднее время задержки из-за отсутствия свободного ВС не будет превышать  $\bar{t}_{delay} = 0,04$  ч. Следует учесть, что предположение о простейших потоках является пессимистическим, так как это, в некотором смысле, «наиболее случайные» потоки событий, и результаты моделирования, в том числе оценки необходимой численности парка ВС, будут «перестраховочными». Однако здесь предполагается, что пропорция между численностями ВС «для

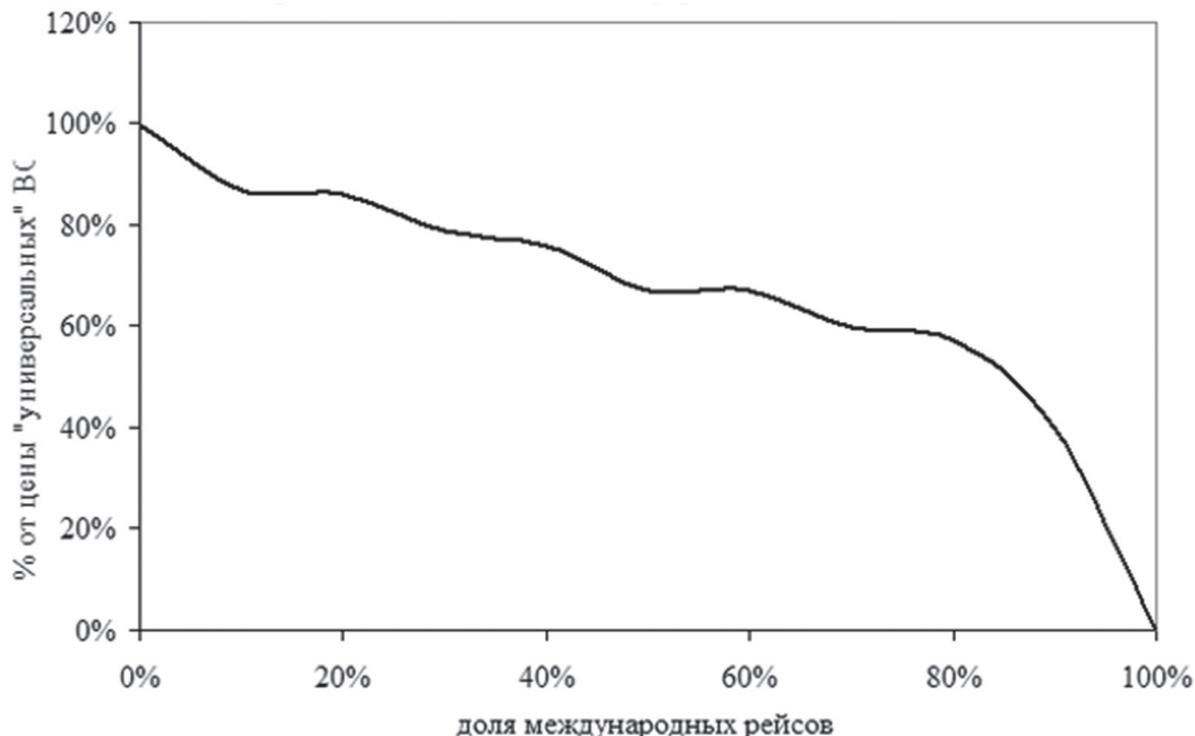
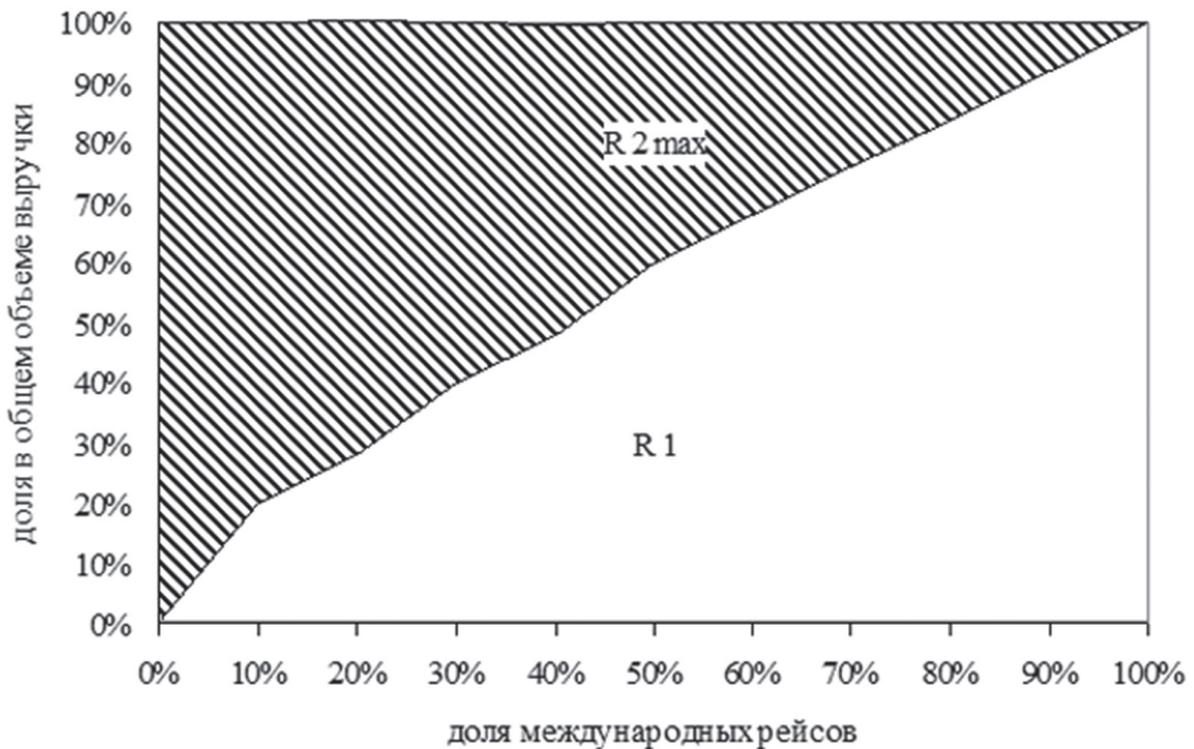


Рис. 4. «Справедливая» цена ВС, предназначенных для эксплуатации исключительно в «своей» технологической зоне (пример)



**Рис. 5.** Распределение стоимостных объемов продаж между производителями ВС, удовлетворяющих различным стандартам (пример 1)

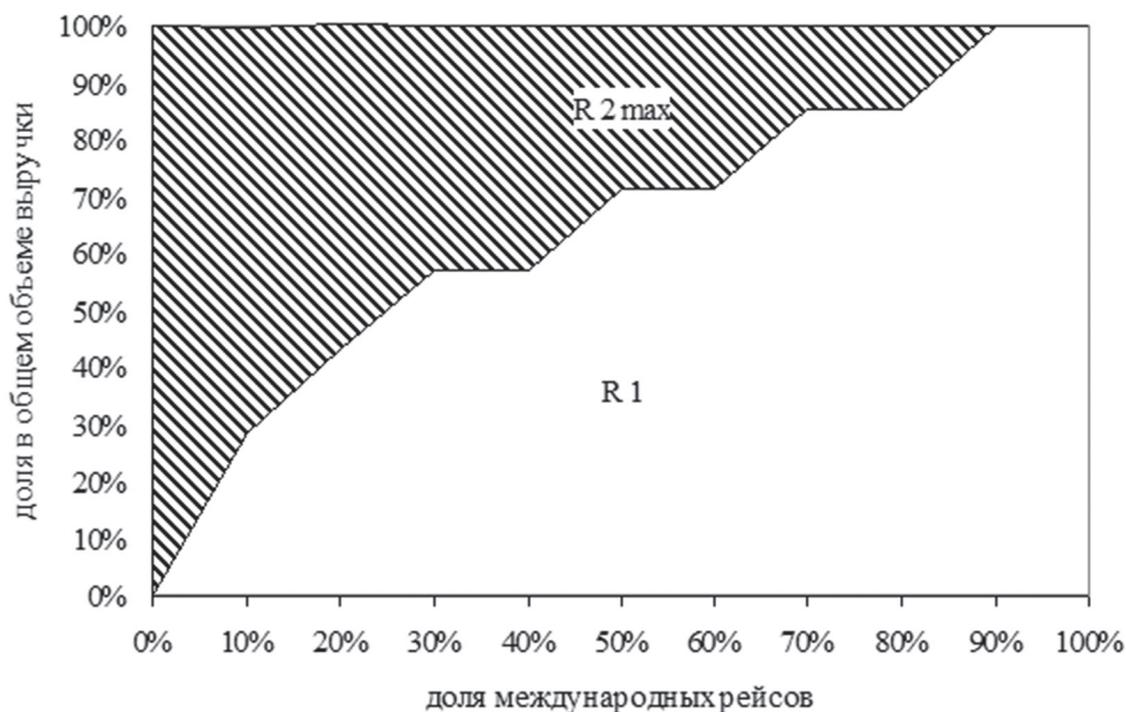
внутреннего пользования» и «универсальных» ВС, в первом приближении, останется реалистичной, даже если обе эти численности будут несколько завышенными.

Для наглядности показан и график изменения суммарной численности смешанного парка ВС  $n^*_{смеш} = n^*_1 + n^*_2$ , и видно, что она выше численности однородного парка  $n^*_{однор}$ . Приобретение избыточного количества ВС должно быть компенсировано дешевизной самолетов «для внутреннего пользования». На рис. 4 изображен график зависимости максимально приемлемой цены таких изделий (в процентах от цены «универсальных» ВС, т. е.  $\frac{p_2^{max}}{p_1} 100\% = \frac{n^*_{однор} - n_1}{n_2} 100\%$ ) от доли международных рейсов.

Из графика видно, что производитель *V* даже на «своем» рынке несет существенные потери в цене своих самолетов из-за того, что его продукция не удовлетворяет более жестким стандартам. Поскольку здесь предполагается, что по прочим технико-экономическим показателям изделия фирмы *B* не уступают продукции фирмы *A*, на практике это означает, что производство ВС, которые приходится продавать со скидкой в десятки процентов, может стать нерентабельным.

На рис. 5 изображено изменение распределения между производителями *A* и *B* выручек на рынке 2 в зависимости от доли рейсов, выполняемых авиакомпаниями в «чужую» технологическую зону 1,  $\gamma_{21} \in [0, 1]$ . Причем для производителя *B* приведена максимально возможная выручка. Если бы доли рынка 2 распределялись просто пропорционально долям внутренних и международных рейсов, тогда разделяющая линия на диаграмме совпадала бы с биссектрисой координатного угла, однако она проходит выше, и чем она более выпукла вверх, тем сильнее проявляется изучаемый здесь эффект предпочтения более универсальных ВС. Из приведенной диаграммы видно, что уже при доле международных рейсов  $\gamma_{21} = 10\%$ , не менее 20% стоимостного объема продаж приходится на «универсальные» самолеты, способные выполнять рейсы и в зону действия более жестких стандартов.

Осталось исследовать влияние характерного масштаба авиакомпаний на привлекательность изделий, удовлетворяющих более жестким стандартам. На рис. 6 изображена долевая диаграмма, аналогичная приведенной на рис. 5, однако построенная для авиакомпании, выполняющей в 5 раз меньше рейсов:  $\lambda = 10$  рейсов в сутки. Видно, что разделяющая линия более выпукла, т. е. потери выручки в силу эффекта предпочтения универсальности еще



**Рис. 6.** Распределение стоимостных объемов продаж между производителями ВС, удовлетворяющих различным стандартам (пример 2)

более ощутимы. Так, при доле международных рейсов  $\gamma_{21} = 10\%$ , уже около 30% стоимостного объема продаж приходится на «универсальные» самолеты, способные выполнять рейсы и в зону действия более жестких стандартов. Это ожидаемо, если учитывать свойства систем массового обслуживания. Наоборот, больший масштаб парка представительной авиакомпании сглаживает обсуждаемый эффект, и распределение долей рынка стремится к распределению долей рейсов внутри «своей» технологической зоны и за ее пределы.

### Заключение

Показано, что проигрыш производителей в «гонке стандартов» на рынках гражданской авиационной техники приводит к потере ими не только внешних рынков, на которых вводятся более жесткие стандарты, но и части ранее занимаемой доли внутреннего рынка, на котором, на первый взгляд, достаточно соответствия менее жестким нормам. Это происходит из-за того, что часть самолетов должна летать в страны с более жесткими нормами, причем, попеременно выполняя как внутренние, так и международные рейсы. Поэтому приобретать самолеты, предназначенные исключительно «для внутреннего пользования», авиакомпании будут заинтересованы, лишь если такие самолеты будут дешевле. То есть имеет место эффект предпочтения более универсаль-

ных воздушных судов самолетам, не удовлетворяющим более жестким нормам.

С помощью предложенной модели, построенной в рамках теории массового обслуживания, оценивались оптимальные численности однородного парка универсальных воздушных судов, а также парка, включающего как универсальные, так и самолеты «для внутреннего пользования». Для различных значений доли международных рейсов найдена верхняя граница «справедливой» цены самолетов, не удовлетворяющих более жестким нормам, при которой еще сохраняется смысл их приобретать. Оценки показывают, что уже при доле международных рейсов, равной 30% (при том, что в РФ доля международных рейсов до 2014 г. составляла существенно более 50%), «скидка» от цены универсальных воздушных судов должна составлять 20% и более, что может сделать производство нерентабельным, поскольку маржа производителя в гражданском авиастроении, как правило, не превышает 10–15%.

Оценки стоимостной доли рынка, занимаемой производителями продукции «для внутреннего пользования», показали, что последние несут существенные потери выручки из-за несоответствия своей продукции более жестким нормам. Так, если представительная авиакомпания выполняет 50 рейсов в сутки, уже при доле международных рейсов, равной 10%, примерно 20% стоимостного объема

рынка будет принадлежать производителю «универсальных» самолетов, удовлетворяющих наиболее жестким нормам. Анализ влияния масштабов авиакомпаний на привлекательность воздушных судов, удовлетворяющих более и менее жестким нормам, показал, что потери выручки в силу эффекта предпочтения универсальности возрастают при сокращении характерных масштабов авиакомпаний. Так, если представительная авиакомпания выполняет вместо 50 лишь 10 рейсов в сутки, уже при доле международных рейсов 10 % около 30 % выручки будет принадлежать производителю «универсальных» самолетов.

Полученные оценки можно считать оптимистическими для аутсайдеров в «гонке стандартов», потому что, во-первых, стоимость технического обслуживания и ремонта смешанного парка будет выше, чем для однородного, и, во-вторых, в реальности авиакомпании работают в условиях неопределенности долей внутренних и международных рейсов. Эти результаты позволяют более реалистично оценить последствия возможного проигрыша российской авиационной промышленности и отраслевой прикладной науки в «соревновании стандартов» в сфере экологии, безопасности полетов и т. п.

#### Список источников

1. *Вентцель Е. С.* Теория вероятностей: учеб. для вузов. — 6-е изд., стереотип. — М.: Высш. шк., 1999. — 576 с.
2. Государственная программа Российской Федерации «Развитие авиационной промышленности на 2013–2025 годы»: утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. № 303 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие авиационной промышленности на 2013–2025 годы» [Электронный ресурс]. URL: [http://minpromtorg.gov.ru/common/upload/files/docs/Vizualizatsiya\\_GP\\_RAP\\_140507.pdf](http://minpromtorg.gov.ru/common/upload/files/docs/Vizualizatsiya_GP_RAP_140507.pdf)
3. *Клинский Б., Назаренко Ю.* К вопросу об антропогенном изменении климата, и о проблемах с Монреальским и Киотским протоколами // Двигатель. — 2005. — № 6.
4. *Клочков В. В.* Организация конкурентоспособного производства и послепродажного обслуживания авиадвигателей. — М.: Экономика и финансы, 2006. — 464 с.
5. *Клочков В. В., Ратнер С. В.* Управление развитием «зеленых технологий»: экономические аспекты. — М.: ИПУ РАН, 2013. — 292 с.
6. *Колесник Г. В., Леонова Н. А.* Модель налоговой конкуренции юрисдикций в условиях локальной конкуренции налогоплательщиков // Математическая теория игр и её приложения. — 2011. — Т. 3. — Вып. 1. — С. 60–80.
7. *Костромина Е. В.* Экономика авиакомпании в условиях рынка. — М.: НОУ ВКШ «Авиабизнес», 2007. — 410 с.
8. Научный вклад в создание авиационных двигателей: в 2-х кн. / под ред. В. А. Скибина, В. И. Солонины. — М.: Машиностроение, 2000. — 725 с.
9. Основные показатели работы гражданской авиации России за январь–декабрь 2013–2014 годы [Электронный ресурс]. URL: [http://www.favt.ru/favt\\_new/sites/default/files/20150209\\_pokazateli\\_ga\\_0.pdf](http://www.favt.ru/favt_new/sites/default/files/20150209_pokazateli_ga_0.pdf).
10. Руководство по экономике аэропортов. Издание третье. Дос 9562. — Монреаль: Международная организация гражданской авиации. — 2013. — 174 с.
11. *Таха Х. А.* Введение в исследование операций. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. — 912 с.
12. *Халецкий Ю. Д., Копьев В. Ф., Осипов В., Осипова О.* О шуме авиационного двигателя и не только // Военно-промышленный курьер. — 2014. — № 14 (532).
13. ABA Section of Antitrust law, Handbook on the Antitrust Aspects of Standards Setting. 2004.
14. Cambridge Economic History of Europe, Cambridge, 1989, Vol. VIII.
15. Current Market Outlook 2014–2033 [Elektronic resource]. URL: [http://www.boeing.com/assets/pdf/commercial/cmo/pdf/Boeing\\_Current\\_Market\\_Outlook\\_2014.pdf](http://www.boeing.com/assets/pdf/commercial/cmo/pdf/Boeing_Current_Market_Outlook_2014.pdf)
16. *Ben-Yosef E.* The Evolution of the US Airline Industry: Theory, Strategy and Policy. — Springer, 2005. — 135 p.
17. *Fichert F.* Economic Instruments for Reducing Aircraft Noise: Theoretical Framework and Recent Experience, in: Pickhardt M., Pons J. S. (eds.), Perspectives on Competition in Transportation. — Münster, 2006. — S. 59 — 75.
18. General Agreement on Tariffs and Trade. WTO. 1986.
19. List of air carriers of which all operations are subject to a ban within the EU, with exceptions: [http://ec.europa.eu/transport/modes/air/safety/air-ban/doc/list\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/transport/modes/air/safety/air-ban/doc/list_en.pdf).
20. The Bureau of Transportation Statistics (BTS) of United States department of transportation [http://www.transtats.bts.gov/Data\\_Elements.aspx?Data=3](http://www.transtats.bts.gov/Data_Elements.aspx?Data=3).
21. The US Jet transport industry: competition, regulation and global market factors affecting the US producers / U.S. Department of Commerce, International Trade Administration, 2005. 151 p.
22. *Wallerstein I.* The Modern World-System II. Mercantilism and the Consolidation of the European World-Economy. — New York; London, 1980.