

Для цитирования: Варюхина Е. В., Клочков В. В. Моделирование влияния национальной стандартизации на дуополистическую конкуренцию на рынке гражданской авиационной техники // Журнал экономической теории. — 2020. — Т. 17. — № 4. — С. 859-873

<https://doi.org/10.31063/2073-6517/2020.17-4.10>

УДК 006.07:338.242.4:339.137.27

JEL C72, D43, F52, L13, Q56

**Е. В. Варюхина, В. В. Клочков**

Национальный исследовательский центр «Институт имени Н. Е. Жуковского»  
(Жуковский, Российская Федерация; e-mail: e.varyukhina@yandex.ru)

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ НА ДУОПОЛИСТИЧЕСКУЮ КОНКУРЕНЦИЮ НА РЫНКЕ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ<sup>1</sup>

*Целью исследования является анализ стандартов как одного из основных инструментов протекционизма на глобальных рынках промышленной продукции. Задачами исследования являются разработка подхода к моделированию рыночной конкуренции с использованием стандартов и адаптация его для рынков гражданского авиастроения. Определена роль стандартов по шуму на местности на рынках гражданской авиационной техники. Разработана экономико-математическая модель процесса ужесточения стандартов по авиационному шуму в виде игры двух лиц с противоположными интересами. Игроки представлены авиастроительными корпорациями, проводящими исследования и разработки по снижению шума и лоббирующими ужесточение норм на подконтрольных им рынках. Модель может использоваться для прогнозирования ужесточения норм по авиационному шуму, для обоснования стратегии российской авиационной промышленности и отраслевой науки в данной сфере. Предложенный подход может быть адаптирован для других отраслей с жестким нормативным регулированием (в части безопасности, экологии). Такие расчетные оценки позволяют оценить целесообразность участия в гонке стандартов с точки зрения национальных интересов.*

*Показано, что равновесная степень ужесточения стандартов выше, если доли игроков на рынке близки или отдельные игроки имеют преимущества в себестоимости производства и/или есть научно-технический задел для совершенствования продукции.*

**Ключевые слова:** стандарты, конкуренция, экономико-математическая модель, игра, равновесие, нормативное регулирование, национальные интересы, исследования и разработки

### Введение

Несмотря на то, что рыночная экономика подразумевает минимизацию протекционизма, экологические стандарты остаются одним из значимых инструментов защиты отечественных производителей от иностранных конкурентов в ряде отраслей. Существуют такие рычаги управления, как введение стандартов, действующих в определенной стране или в ряде стран. Эффективность государственной политики в области гонки стандартов является предметом ряда исследований, например, Луиса М.Б. Кабрала и Тобиаса Кречмера (Luis M.B. Cabral and Tobias Kretschmer, 2006).

Полученные в данной работе выводы касаются различных отраслей, однако в качестве примера рассмотрено использование для конкурентной борьбы стандартов в части авиационного шума на рынке гражданского авиа-

строения с учетом его специфики. Стандарты и нормы, в том числе в сфере экологии и безопасности, в гражданской авиации по объективным причинам весьма строги. На сегодняшний день авиационные стандарты и нормы являются одним из главных средств глобальной конкуренции, и при этом государство использует их для регулирования рынка гражданского авиастроения. Экономическим аспектам установления стандартов посвящена книга антимонопольной секции Американской ассоциации юристов (American Bar Association Section of Antitrust law, 2004), однако в ней основное внимание уделяется антимонопольным аспектам, не учитывается и специфика высокотехнологичных и наукоемких отраслей промышленности. Работы авторов Р. Болдвина и П. Кругмана (Baldwin, Krugman, 1988), К.Л. Бенкарда (Benkard, 2004), Д.А. Ирвина и Н. Павкника (Irwin, Pavcnik 2004) посвящены моделированию рынка гражданской авиационной техники, в том числе с учетом ква-

<sup>1</sup> © Варюхина Е. В., Клочков В. В. Текст. 2020.

зимонопольных свойств отрасли, конкуренции и кооперации, субсидий и господдержки. Однако такой механизм, как протекционизм, здесь не рассматривается. А. Эбнер (Ebner, 2011) рассматривает регулирование, в том числе протекционизм, на транснациональных рынках (частным случаем которых является авиастроение), его особенности и возникающие проблемы.

В.П. Махитко (2008) подробно излагает особенности государственного регулирования и рынка в авиастроении. В частности, среди задач государственного регулирования упомянуто создание условий для конкуренции в гражданской авиации и авиапромышленном комплексе, а среди принципов госрегулирования — проведение протекционистской политики по внедрению отечественной авиационной техники.

Таким образом, исследование стандартов и норм как инструментов конкуренции, в особенности с учетом отраслевой специфики гражданского авиастроения, не теряет актуальности.

В девяностые годы XX века значимым фактором снижения спроса на российские самолеты было несоответствие их экологических характеристик международным стандартам, в связи с чем они стали мало востребованными для экспорта и даже для продаж российскими авиакомпаниями в связи с ограничениями для полетов на международных рейсах, т. е. в наиболее рентабельном и быстрорастущем сегменте рынка авиаперевозок в указанный период. Например, этот аспект описывал С. Волков (2002). Руководители и ведущие специалисты российской авиационной промышленности осознают (см., например, статью В.Г. Дмитриева и А.Г. Мунина (2003), что успешная реализация российских ВС возможна лишь в случае соответствия их экологических параметров экологическим параметрам конкурентов. Существует довольно известное и разделяемое многими специалистами отрасли предположение, что ужесточение экологических норм зачастую продиктовано не столько нуждами общества, сколько целью поощрения авиастроительной отрасли, которая уже готова предложить технические решения, позволяющие удовлетворить более строгим требованиям. Таким образом усилятся рыночные позиции лидирующих производителей, с учетом того, что производители, которые не в состоянии удовлетворить новым требованиям, не смогут быть конкурентами на международном рынке.

Существуют ли иные экономические мотивы и стимулы снижения уровня авиационного шума — например, сокращение отрицательных внешних эффектов (которые, в принципе, могли бы облагаться штрафами или стать предметом торгов, как выбросы парниковых газов в рамках Киотского протокола)? Возможно оценить с экономической точки зрения, как уровень шума может влиять на удобство жизни и на условия труда вблизи аэропортов. С этими факторами будет связана стоимость соответствующей недвижимости. Существуют исследования, в которых с помощью эконометрических методов оценивается, как влияет расстояние от аэропорта (и, соответственно, авиационный шум) на стоимость недвижимости. Впрочем, эта зависимость неоднозначна — как правило, в настоящее время и в России, и за рубежом окрестности крупных аэропортов, наоборот, становятся исключительно привлекательными для размещения офисных, производственных, логистических объектов, гостиничных комплексов и т. п., как отмечал А. Сергеев (2007). Наблюдается повышение стоимости соответствующих земель, а не понижение, т. е. преобладают положительные внешние эффекты, производимые аэропортами (концентрация людских потоков, деловой активности и т. п.), а отрицательные, связанные с шумом, уже достаточно давно рассматриваются экономическими субъектами как находящиеся в приемлемых рамках. Впрочем, вредное воздействие авиационного шума на работников самой гражданской авиации, в том числе на членов экипажей ВС (регулярно находящихся существенно ближе к источникам шума, чем внешние экономические агенты), и на современном уровне развития техники может оставаться значительным.

Механизм компенсации вредоносного эффекта от повышенного уровня шума, создаваемого самолетами, путем его обложения какими-то выплатами, например, налогами, или путем выделения определенных торгуемых квот на повышенный шум (по аналогии с механизмами регулирования эмиссии Киотского протокола) мало реализуется, несмотря на существование экономических оценок вреда, приносимого повышенным шумом. В руководстве ИКАО по экономике аэропортов<sup>1</sup> уделено некоторое внимание сборам, связанным с авиационным шумом (п. 4.162), однако

<sup>1</sup> Руководство по экономике аэропортов. Doc. 9562. Издание 3-е. Монреаль: Международная организация гражданской авиации. 2013. 174 с.

отмечено, что «в настоящее время сборы, связанные с авиационным шумом, взимаются многими аэропортами». Кроме того, признано, что «какие-либо конкретные рекомендации в отношении сборов, связанных с шумом, или методов стимулирования за счет льгот, отсутствуют». В настоящее время механизм стимулирования снижения шума заключается в запрете или частичном запрете (например, в ночные часы) полетов самолетов с определенным уровнем шума, потери от чего также могут быть оценены. Также существуют аэропортовые сборы, различающиеся для разных уровней авиационного шума.

Во введении книги Элад Бен Йосеф (Eldad Ben-Yosef, 2007) отметил, что «авиационный шум представляет собой хрестоматийный пример производственной экстерналии». Указано, что обычные способы включения компенсации негативных эффектов от авиационного шума в затраты эксплуатанта и производителя самолета затруднены из-за сложности определения величины ущерба каждому из лиц, подверженных авиационному шуму.

Таким образом, ограничения шума самолетов на местности определяются в первую очередь тем, какого уровня шума могут достигнуть производители с учетом развития технологий на сегодняшний день, а не тем, какой уровень шума необходим для комфортного проживания и работы людей<sup>1</sup>. Следовательно, ужесточение ограничений по шуму определяется в большей степени мотивами повысить конкурентоспособность производителей воздушных судов тех стран, чьи авиационные власти могут влиять на определение норм по шуму.

Исследования и разработки, нацеленные на снижение уровня авиационного шума, требуют все больших затрат, поэтому актуален экономический анализ перспектив ужесточения стандартов авиационного шума. Это важно для формирования стратегии российского авиастроения, а также развития авиационной науки и технологий в части аэроакустики. В данной работе предлагается подход к моделированию конкурентных аспектов ужесточения норм по шуму. Насколько известно авторам, в зарубежной экономической литературе

модели, позволяющие оценить целесообразность усиления норм по авиационному шуму, не представлены. В работе Ф. Фишера (Fichert, 2006), посвященной именно экономическим аспектам стандартизации уровня авиационного шума, анализ показал, что такие меры регулирования, как штрафы и сборы, более эффективны, чем запретительные меры в виде стандартов и норм. Тем не менее, как показали В.В. Клочков, С.В. Ратнер (2013), эффективность данных типов мер зависит от обстоятельств, в частности, от стадии инновационного развития отрасли. И в периоды замедления этого развития «экономические» меры стимулирования — штрафы и сборы — могут сильно уступать в результативности нормам и прямым запретам.

Нормы, ограничивающие уровень авиационного шума, представляют интерес как «модельный» пример стандартов, которые можно считать предназначенными практически исключительно для конкурентной борьбы, что позволяет упростить экономический анализ процесса ужесточения этих норм.

#### **Экономико-математическая модель конкуренции на рынках гражданской авиационной техники с учетом ужесточения норм по авиационному шуму**

В простейшей постановке можно представить усиление требований по авиационному шуму как игру двух участников,  $A$  и  $B$ , которыми могут являться приблизительно равные соперники, представленные авиапромышленными комплексами США и объединенной Европы (что близко к реальности на сегодняшний день). В будущем вероятно появление других игроков, таких как Китай, которые также будут принимать участие в гонке стандартов. Другим допущением является то, что национальные авиационные производители рассматриваются как монолитные, хотя в реальности в большей части программ «американского» Boeing есть компоненты производителей других стран, в том числе стран Европы, аналогичная ситуация в программах «европейского» Airbus.

Считаем, что первоначально самолеты обоих игроков (производителей) удовлетворяли требованиям по шуму, которые выражаются скалярным показателем  $n_0$ . Стратегии игроков, таким образом, выражаются уровнями шума  $n_A$  и  $n_B$ , которые устанавливаются в качестве допустимых на соответствующих рынках. Считаем, что значения уровня шума игроков меняются непрерывно в соответствии

<sup>1</sup> Некоторые подробности механизмов принятия решений об ужесточении норм изложены в работе Д. Бонда (2001). Фактически, открыто признано, что помимо интересов авиационной промышленности также учитываются возможные потери национальной гражданской авиации от досрочного вывода из эксплуатации части парка, не удовлетворяющей ужесточающимся нормам, прорабатываются варианты компенсации потерь, и т. п.

с тем, какие допустимые уровни шума устанавливаются на соответствующих рынках ( $n_A$  и  $n_B$ ). В качестве выигрыша будем рассматривать прибыль соответствующего производителя от разработки и реализации продукции за весь ее жизненный цикл. В общем случае, такая игра не является антагонистической. Необходимо найти платежную функцию данной игры, т. е. зависимости  $\Pi_I(n_A, n_B)$ ,  $I = A, B$ .

Разумеется, снижение уровня шума относительно исходного достигается лишь ценой затрат на исследования и разработки. При этом производитель может, при определенных условиях, завоевать дополнительную часть рынка и, соответственно, увеличить доходы благодаря вытеснению конкурента, который не смог достигнуть того же уровня шума. Важно, что территории, на которые приходится влияние авиационных властей, не обязательно должны совпадать с территориями стран, в которых существуют предприятия авиационной промышленности. Это связано с тем, что, во-первых, количество стран, обладающих авиационной промышленностью, гораздо меньше стран, в которых осуществляется полеты гражданская авиация. Во-вторых, даже страны, на территории которых расположены авиастроительные предприятия, могут следовать нормам других стран по определенным причинам.

Таким образом, рассматриваются два рынка (1 и 2), нормы на данных рынках устанавливаются в соответствии с технологической готовностью производителей  $A$  и  $B$ , расположенных на соответствующих территориях, им соответствовать. Предполагаем, что если авиационные власти территорий, соответствующих рынкам 1 или 2, усилят нормы по авиационному шуму, то производителям других территорий придется либо совершенствовать свою технику для соответствия ее по шуму новым нормам, либо уходить с «чужого рынка». Более того, даже «свой» рынок производителю придется делить с производителем, усовершенствовавшим свою продукцию, если он на нем изначально был, поскольку формальных оснований для его вытеснения нет. Итак, игра представляет собой выбор уровня шума самолетов, которого производитель планирует добиться в результате исследований и разработок (также могут возрасти и прямые производственные затраты). В дальнейшем авиационные власти территории, к которой относится данный производитель, будут стремиться ужесточить нормы именно до этого уровня.

В модели приняты следующие допущения:

— самолеты обоих производителей обладают близкими техническими и стоимостными параметрами, следовательно, цена в равновесном состоянии будет одинаковой. Часть рынка, которую будут занимать изделия определенного производителя, будет определяться политическими, историческими и пр. факторами;

— совершенствование ВС в части шума не повлияет на стоимость ВС и прочие его характеристики;

— функции влияния расходов на исследования и разработки считаем заданными для каждого производителя. Чем ниже уровень достигаемого шума, тем больше необходимо для этого затратить на исследования и разработки.

Обозначим:  $N_1$  — объем рынка 1;  $N_2$  — объем рынка 2;  $\alpha_1$  — часть рынка 1, принадлежащая производителю  $A$ ;  $\alpha_2$  — часть рынка 2, принадлежащая производителю  $A$ ;  $\beta_1 = 1 - \alpha_1$  — часть рынка 1, принадлежащая производителю  $B$ ;  $\beta_2 = 1 - \alpha_2$  — часть рынка 2, принадлежащая производителю  $B$ ;  $n$  — уровень шума, ЕРН дБ;  $n_0$  — первоначальное значение уровня шума;  $C_{\text{НИОКР}(I)}(n)$  — затраты производителя  $I$  на научные исследования и опытно-конструкторские работы (НИОКР), необходимые для того, чтобы уменьшить уровень шума от первоначального  $n_0$  до  $n$ ;  $p$  — цена изделия, которая принимается одинаковой на всех рынках для продукции обоих конкурентов, поскольку продукция считается однородной;  $FC$  — постоянные производственные затраты (в расчетах не учитываются, поскольку считается, что они не зависят от выхода на те или иные рынки);  $C_I^{\text{перем}}$  — переменные издержки производителя  $I$ ,  $I = A, B$ ;  $C_I^{\text{мат}}$  — материальные затраты производителя  $I$ ,  $I = A, B$ ;  $C_I^{\text{тр}}$  — издержки на оплату труда производителя  $I$ ,  $I = A, B$ .

Переменные затраты складываются из материальных затрат и затрат на оплату труда:

$$C_I^{\text{перем}} = C_I^{\text{мат}} + C_I^{\text{тр}}.$$

Материальные затраты будем считать пропорциональными объему выпуска:

$$C_I^{\text{мат}} = c_I^{\text{мат}} \cdot Q_I,$$

где  $c_I^{\text{мат}}$  — удельные материальные затраты производителя  $I$  на выпуск единицы продукции,  $I = A, B$ ;  $Q_I$  — объем выпуска производителя  $I$ .

Считаем, что по мере увеличения количества произведенных самолетов издержки производителя на заработную плату в расчете на один самолет снижаются из-за того, что процесс производства налаживается, все меньше

времени и усилий тратится на производство, как показано в работах А. Алчиана (Alchian, 1963) и т. п. Райта (Wright, 1936), посвященных так называемому эффекту обучения. Будем считать, что функция зависимости удельных затрат на оплату труда от накопленного выпуска имеет следующий вид:

$$c^{тр}(q) = (1 - \lambda)^{\log_2 q} \cdot c^{тр}(1),$$

где  $c_I(1)$  — удельные издержки производителя  $I$  на оплату труда для первого изделия,  $I = A, B$ ;  $q$  — накопленный выпуск с начала серийного производства изделий данного типа,  $\lambda$  — темп обучения в производстве. Согласно работам ряда специалистов (Alchian, 1963; American Bar Association Section of Antitrust law, 2004), темп обучения в производстве гражданских самолетов составляет 15–20 %. При количестве произведенных самолетов свыше 1000 ( $Q \geq 1000$ ) суммарные затраты производителя  $I$  на оплату труда можно выразить следующей приближенной формулой:

$$C_I^{тр} \approx \frac{c_I(1)}{1 + \log_2(1 - \lambda)} \cdot Q^{1 + \log_2(1 - \lambda)} = \frac{c_I(1)}{x} \cdot Q^x, \quad (1)$$

где  $x = 1 + \log_2(1 - \lambda)$ .

Для построения платежной функции игры сравним две ситуации:

1) ситуацию, когда производитель  $A$  за счет исследований и разработок снизил уровень шума относительно своего конкурента, т. е. стал лидером в «гонке стандартов»:  $n_A < n_B$ . Тогда он сможет побудить органы, ответственные за установление стандартов, 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. Тогда его прибыль составит:

$$\Pi_A(n_A) = (N_1 + \alpha_2 \cdot N_2) \cdot (p - c_A^{mat}) - \frac{c_A(1)}{x_A} \cdot (N_1 + \alpha_2 \cdot N_2)^{x_A} - C_{НИОКР(A)}(n_A), \quad (2)$$

где  $x_A = 1 + \log_2(1 - \lambda_A)$ ,

2) и ситуацию, когда производитель  $A$  проигрывает в «гонке стандартов», т. е.  $n_A > n_B$ . При этом он потеряет свою долю  $\alpha_2$  на рынке 2<sup>1</sup>. Прибыль

игрока  $A$  в случае, если он проигрывает в «гонке стандартов», составит:

$$\Pi_A(n_A) = [(1 - \beta_1) \cdot N_1] \cdot (p - c_A^{mat}) - \frac{c_A(1)}{x_A} \cdot [(1 - \beta_1) \cdot N_1]^{x_A} - C_{НИОКР(A)}(n_A), \quad (3)$$

при  $n_A < n_0$ , или

$$\Pi_A(n_A) = [(1 - \beta_1) \cdot N_1] \cdot (p - c_A^{mat}) - \frac{c_A(1)}{x_A} \cdot [(1 - \beta_1) \cdot N_1]^{x_A}, \quad (4)$$

при  $n_A = n_0$ , т. е. если данный игрок вообще не вступает в «гонку стандартов».

Аналогично можно построить и функции выигрышей для игрока  $B$ . Далее находим такие равновесные уровни шума для самолета, к которым будет стремиться каждый производитель ( $n_A^*, n_B^*$ ), при которых ни один из них не сможет увеличить долю рынка, изменив целевой уровень шума самолета при условии, что другой производитель не меняет свой целевой уровень шума. Проанализируем стимулы для обоих производителей установить на рынках, контролируемых ими, ужесточение норм до того или иного уровня ниже  $n_0$ . Предположим, что игра (подчеркнем, одношаговая, с одновременным выбором целевых уровней шума  $n_A$  и  $n_B$ ) — с полной информацией, т. е. обоим игрокам известны функции выигрышей друг друга. В частности, это означает, что каждый игрок заранее может оценить, станет ли он при данных условиях победителем «гонки стандартов», или нет.

С учетом допущений, приведенных ранее, производителю самолета стоит вкладывать средства в НИОКР по снижению шума только в случае, если второй конкурент будет вынужден уйти с рынка, контролируемого первым производителем. Тогда средства, затраченные на НИОКР, окупятся за счет увеличения рынка сбыта.

Это связано с тем, что, во-первых, по принятым допущениям стоимость самолетов и спрос на них не поменяются из-за снижения уровня шума и, во-вторых, чем ниже желаемый уровень шума, тем большие затраты должен понести производитель. Важно, что в рамках данной модели равновесия ситуация, когда оба производителя снижают одновременно уровень шума до одинаковой величины, невоз-

<sup>1</sup> Строго говоря, он потеряет при этом 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. Симметричный эффект будет иметь место и если игрок  $A$  отстанет от конкурента. Такие «плавающие» границы рынков характерны для рынков продукции, эксплуатируемой в «чужих» технологических зонах (т. е., прежде всего, транспортных средств для дальних пе-

ревозок — самолетов, грузовиков и автобусов, судов) и могут быть учтены в моделях. Необходимый для этого инструментарий предложен Е. В. Варюхиной и В. В. Клочковым (2016).

можно, так как оба понесут затраты, не получив никаких преимуществ.

В реальности конкурирующие компании одновременно могут проводить НИОКР, нацеленные на снижение уровня шума, поскольку процесс этих исследований и разработок длительный, является высокорисковым, и априори неизвестно, кто именно окажется в нем победителем. Также неизвестны на этапе НИОКР будущие объемы продаж, доли рынков и др. параметры, используемые в предлагаемой модели. То есть в реальности это не одношаговая игра, а динамическая, причем, с неполной информацией.

Кроме того, важно подчеркнуть, что действия в этой игре необратимы. И если игрок понес определенные затраты, снизив уровень шума и приняв соответствующие стандарты, «вернуться» к исходному уровню шума ему не только заведомо невыгодно (поскольку затраты уже понесены), но и физически невозможно — новый уровень технологий достигнут и даже зафиксирован в стандартах, его уже невозможно вернуть назад. В описанной модели возможны два варианта равновесий:

— ни один из производителей не предпринимает никаких действий по снижению шума;

— один из производителей несет затраты на снижение авиационного шума до некоторого граничного уровня и после ужесточения норм продолжает продавать самолеты на своем рынке и частично на рынке конкурента (будет занимать ту же долю, что и до ужесточения стандартов), а другой производитель не несет затраты на НИОКР, однако теряет свою долю на «чужом» рынке, где стандарты ужесточатся.

Производителю целесообразно начинать НИОКР по снижению шума только в случае, если его выигрыш от увеличения его рынка продаж за вычетом затрат на НИОКР превысит его прибыль в ситуации, когда его конкурент проведет соответствующие НИОКР и займет долю на «своем» рынке.

Следовательно, условие проведения научных исследований и разработок, направленных на снижение уровня шума, таково:

$$\Pi_A(n_A) > \Pi_A(n_0),$$

отсюда следует условие для наибольших целесообразных расходов на НИОКР:

$$C_{\text{НИОКР}(A)}(n_A) \leq (\beta_1 \cdot N_1 + \alpha_2 \cdot N_2) \cdot (p - c_A^{\text{mat}}) + \frac{c_A(1)}{x_A} \cdot \left\{ [(1 - \beta_1) \cdot N_1]^{x_A} - (N_1 + \alpha_2 \cdot N_2)^{x_A} \right\}, \quad (5)$$

Если известна функция зависимости вложенных в НИОКР средств от желаемого уровня шума, тогда можно найти граничный уровень шума  $n_A^{\min}$ , до которого стоит довести шум своих самолетов, чтобы конкурирующий производитель  $B$  ушел с рынка, контролируемого производителем  $A$ .

Если учесть, что предельная отдача от инвестиций в исследование и разработки — убывающая и то, что шкала измерения шума в децибелах является не линейной, а логарифмической, целесообразно предложить следующий вид зависимости стоимости НИОКР от желаемого уровня шума:

$$C_{\text{НИОКР}(I)}(n) = R_I \cdot \lg \left( \frac{n_0}{n} \right). \quad (6)$$

Получается, что уменьшение шума в 10 раз по сравнению с первоначальным уровнем (на 10 дБ) будет стоить  $R_I$  денежных единиц.

Такая функция, во-первых, отражает убывающую предельную отдачу от инвестиций в НИОКР, т. е. первоначальное сокращение на 90 % обойдется во столько же, сколько и последующее сокращение еще на 9 % от начального уровня<sup>1</sup>. Во-вторых, учитывается логарифмический характер шкалы измерения шума. Если иметь более точные данные по зависимости достигаемого уровня шума от затрат на исследования и разработки, то модель можно уточнять. Подобная информация может быть известна, например, В.А. Палкин, В.П. Бакалеев (2002) приводили стоимость исследований и разработок по снижению шума в других странах.

Комбинируя выражения (5), (6), можно вывести, что производитель  $A$  готов провести НИОКР для снижения уровня шума до следующего уровня (с целью занятия части контролируемого им рынка, принадлежащей производителю  $B$ ):

$$n_A^{\min} = \frac{(\beta_1 \cdot N_1 + \alpha_2 \cdot N_2) \cdot (p - c_A^{\text{mat}}) + \frac{c_A(1)}{x_A} \cdot \left\{ [(1 - \beta_1) \cdot N_1]^{x_A} - (N_1 + \alpha_2 \cdot N_2)^{x_A} \right\}}{R_A} \cdot 10. \quad (7)$$

Подобное выражение можно привести для другого производителя. Затем, сопоставив уровни шума  $n_A^{\min}$  и  $n_B^{\min}$ , можно сделать вывод, кто из производителей сможет установить

<sup>1</sup> Хотя, в принципе, каждые последующие 10 дБ сокращения уровня шума могут обходиться все дороже, по мере приближения к физическим пределам соответствующих технологий. Предлагаемая модель позволяет использовать любые, в т. ч. и более реалистичные, функции затрат на НИОКР по снижению шума.

новые нормы по шуму. Этому производителю достаточно снизить шум лишь немного ниже того уровня, до которого может снизить шум его конкурент. Снижать шум в большей степени не имеет смысла, так как этот производитель уже может установить свои более жесткие нормы по шуму на контролируемом им рынке. Следовательно, он займет долю рынка, ранее принадлежавшую конкуренту. При этом на рынке, контролируемом конкурентом, перераспределения рынка не произойдет.

### Параметрический анализ разработанной модели

При различных размерах рынков можно проанализировать равновесия в зависимости от долей, которые могли бы занимать обе компании на этих рынках. Хотя распределение рынков самолетов между конкурентами меняется медленно (в силу специфики рынков изделий длительного пользования, высокой стоимости и длительности переучивания персонала, и т. п.), тем не менее, это неопределенные величины, и важно определить границы значений параметров, в рамках которых существуют те или иные равновесия. Итак, при различных сочетаниях начальных условий, под которыми подразумеваются, прежде всего, ожидаемые объемы продаж на обоих рынках и доли, на которые оба производителя могут на этих рынках рассчитывать, следует оценить для каждого производителя,  $A$  и  $B$ , граничный уровень шума, до которого он готов (ценой соответствующих затрат на НИОКР) снизить шумность своих изделий, чтобы одержать победу в «гонке стандартов». Для проведения качественного анализа поведения модели были выбраны следующие начальные значения параметров (этот условный, но реалистичный пример обозначим номером 1):  $N_1 = 1000$ ,  $N_2 = 1000$ ,  $c_A(1) = 100$  млн долл.,  $c_B(1) = 100$  млн долл.,  $\lambda_A = 15\%$ ,  $\lambda_B = 15\%$ ,  $c_A^{\text{мат}} = 60$  млн долл.,  $c_B^{\text{мат}} = 60$  млн долл.,  $p = 100$  млн долл.,  $n_0 = 100$  дБ,  $R_A = 5$  млрд долл./10 дБ,  $R_B = 5$  млрд долл./10 дБ<sup>1</sup>,  $\alpha_2$  и  $\beta_1$  меняются в диапазоне от 0 до 100 %.

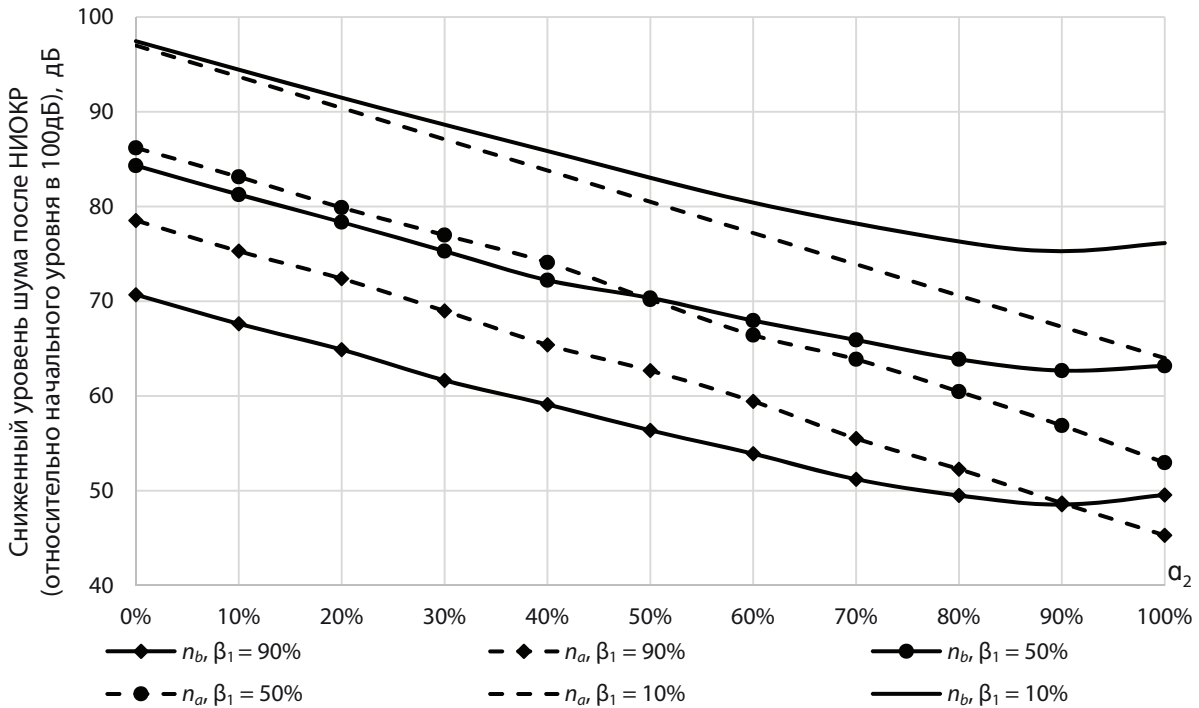
На рис. 1, 3, 5 и 7 показаны зависимости граничных значений шума  $n_A^{\text{мин}}$  и  $n_B^{\text{мин}}$  от долей, которые могут занимать на рынках 1 и 2 производители  $A$  и  $B$ , если будут соответствовать

нормам соответствующих рынков по шуму на местности. Изменение уровня шума относительно начального уровня отображено в логарифмической шкале. Если, например, снижение значения шума со 100 до 10 означает его снижение на 10 дБ, со 100 до 1 — на 20 дБ, со 100 до 0,01 — на 40 дБ, и т. д. Графики  $n_B^{\text{мин}}$  изображены сплошными кривыми, графики  $n_A^{\text{мин}}$  — штриховыми линиями. Причем, если изменение доли  $\alpha_2$  рассматривается как непрерывное во всем диапазоне от 0 до 100 %, то доля  $\beta_1$  принимает на рис. 1, 3, 5 и 7 следующие значения: 10 %, 50 % и 90 %. Им соответствуют три группы кривых: без маркеров ( $\beta_1 = 10\%$ ), с квадратными маркерами ( $\beta_1 = 50\%$ ) и с крестообразными маркерами ( $\beta_1 = 90\%$ ).

Итак, на рисунке 1 изображены графики граничных уровней шума при исходном, приведенном выше наборе параметров, названном примером 1, когда оба производителя одинаковы по своим технологиям и контролируют рынки равной емкости. Как видно из рис. 1, если на рынке 1 производитель  $B$  может занять лишь малую часть, порядка 10 %, он практически всегда проигрывает в граничном уровне шума производителю  $A$ . При большей доле на рынке 1, около 50 %, он уже выйдет победителем в «гонке стандартов», если доля конкурента (фирмы  $A$ ) на рынке 2 не превосходит 50 %. Наконец, если на рынке 1 игрок  $B$  может рассчитывать на 90 %-ю долю, он будет устанавливать стандарты по уровню шума, если только его конкурент не займет более 90 % на контролируемом им рынке 2 (что в реальности маловероятно).

На рисунке 2 представлен трехмерный график, полученный в рамках того же примера 1. Здесь и далее, на рис. 4, 6, 8, светлая поверхность отображает минимально приемлемый (при данном распределении долей рынков) уровень шума для игрока  $A$ , темная — для игрока  $B$ . С одной стороны, как обосновано выше, победителем в «гонке стандартов» становится тот игрок, для которого соответствующая поверхность окажется ниже. С другой стороны, ему нет смысла снижать уровень шума существенно ниже «запретительного» для его конкурента, поэтому равновесный уровень шума на местности представляется на таких трехмерных графиках верхней огибающей пересекающихся поверхностей. Именно этот равновесный уровень шума — неважно, по чьей инициативе он будет установлен — и представляет в рамках данной работы даже больший интерес для отраслевой науки, чем конкурентная стратегия конкретного игрока.

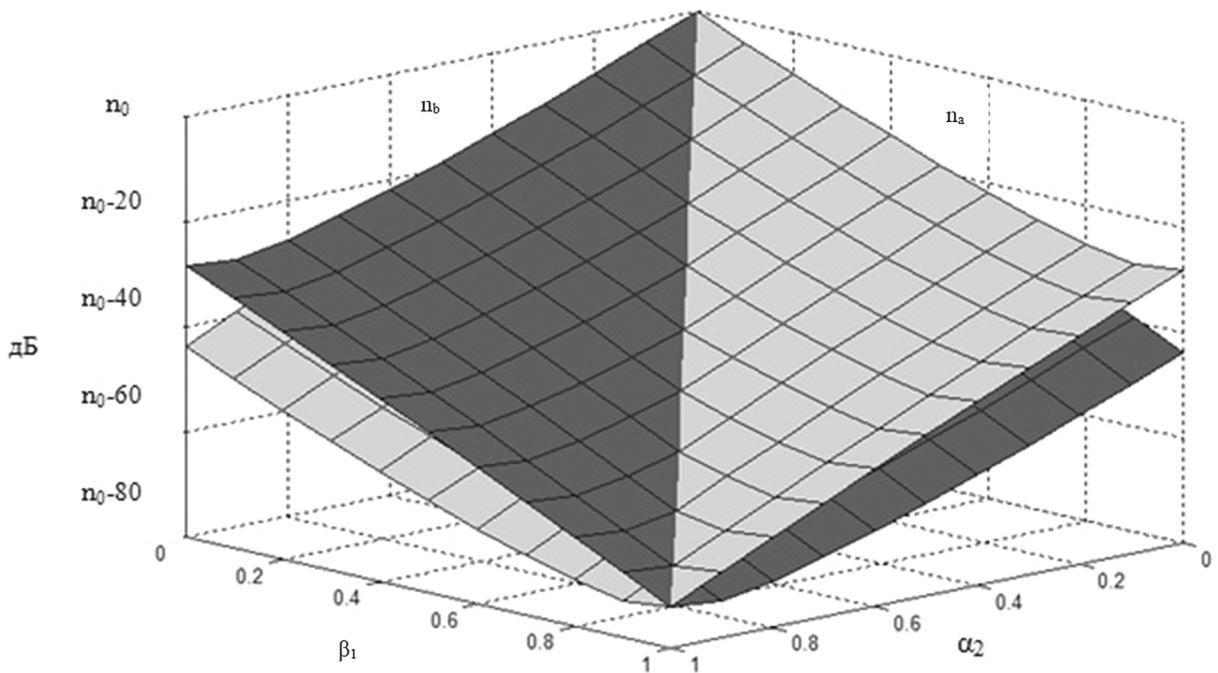
<sup>1</sup> Анализ открытых данных о программах совершенствования экологических характеристик зарубежных авиадвигателестроительных компаний, приведенных в работе В. А. Палкина, В. П. Бакалева (2002), позволяет оценить порядок затрат на сокращение уровня шума. Можно полагать, в первом приближении, что они составляют порядка млрд долл. при сокращении уровня шума на 10–20 дБ.



**Рис. 1.** Влияние долей, которые занимают производители на рынке, на минимально приемлемые для конкурентов значения авиационного шума (пример 1, производители и рынки симметричны)

На трехмерном графике, изображенном на рис. 2 (и далее — на рис. 4, 6, 8), дальний угол ( $\alpha_2 = \beta_1 = 0$ ) соответствует замкнутому развитию обоих игроков, когда оба продают свои изделия только на контролируемых ими рынках. В рамках предлагаемой модели в этом случае ни у одного из игроков не будет стимула сни-

жать уровень шума ВС и лоббировать ужесточение стандартов, поэтому равновесный уровень шума в этой точке всегда равен начальному,  $n_0$ . Далее, по мере углубления проникновения игроков на «чужие» рынки, равновесный уровень шума снижается, однако не всегда монотонно. Из рис. 2 видно, что ближе к краям по-



**Рис. 2.** Минимально приемлемые для конкурентов значения авиационного шума (пример 1, производители и рынки симметричны)



верхности могут загибаться вверх. Т. е., когда какой-либо игрок близок к доминирующему положению на «чужом» рынке, стимул к дальнейшему снижению уровня шума для него ослабевает. Левый и правый углы соответствуют ситуациям, когда один из производителей полностью вытесняет другого со всех рынков, в том числе и с того, на котором проигравший может устанавливать стандарты. Ближний угол ( $\alpha_2 = \beta_1 = 1$ ) соответствует, скорее, гипотетической ситуации, когда каждый производитель продает свою продукцию только на «чужом» для себя рынке, а не на том, который контролирует, имея возможность влиять на стандарты шума.

Маловероятно одновременное превышение долями, которые игроки занимают на «чужих» рынках, т. е.  $\alpha_2$  и  $\beta_1$ , уровня в 50 % — хотя в настоящее время близкая к данной (и в целом к примеру 1) ситуация имеет место на мировом рынке магистральных ВС. Два доминирующих производителя, Boeing (США) и Airbus Industry (ЕС), контролируют приблизительно равные по порядку величины рынки, обладают близкими технологическими возможностями и т. п. При этом каждый из них реализует на «чужом» рынке десятки процентов продукции. Как показывает анализ топологии поверхностей на рис. 2, именно в точке ( $\alpha_2 = \beta_1 = 0,5$ ) в данном, симметричном примере 1, можно рассчитывать на наибольшее достижимое со-

кращение уровня шума, которое при заданных выше параметрах модели составляет 40 дБ относительно  $n_0$ .

Таким образом, чем больше доля, которую занимает производитель, и чем больше емкость самого рынка, на котором производитель имеет влияние, тем больше возможностей у производителя ужесточать нормы и, следовательно, увеличивать свой рынок и увеличивать прибыль. На рис. 3 показан пример 2, в котором производитель В контролирует рынок вдвое меньшей емкости, чем рынок, который контролирует производитель А,  $N_2 = 500$ . Прочие параметры равны параметрам в примере 1.

На рис. 4 представлена трехмерная иллюстрация того же примера 2, в рамках которого получены графики на рис. 3. Теперь трехмерный график, по очевидным причинам, несимметричен — на большей части квадрата ( $\alpha_2 \in [0; 1]; \beta_1 \in [0; 1]$ ) лидером в «гонке стандартов» останется производитель А.

На рис. 3, 4 видно, что производитель В всегда будет проигрывать в «гонке стандартов», если сможет занимать на «чужом» рынке 1 долю 10 % и даже 50 %. Лишь если он сможет занимать на этом рынке 90 %, он сможет установить более жесткий стандарт по шуму на местности, если только конкурент, фирма А, не будет занимать на его «домашнем» рынке 2 долю свыше 80 % (как уже было упомянуто ранее, такие сочетания долей рынка маловероятны).

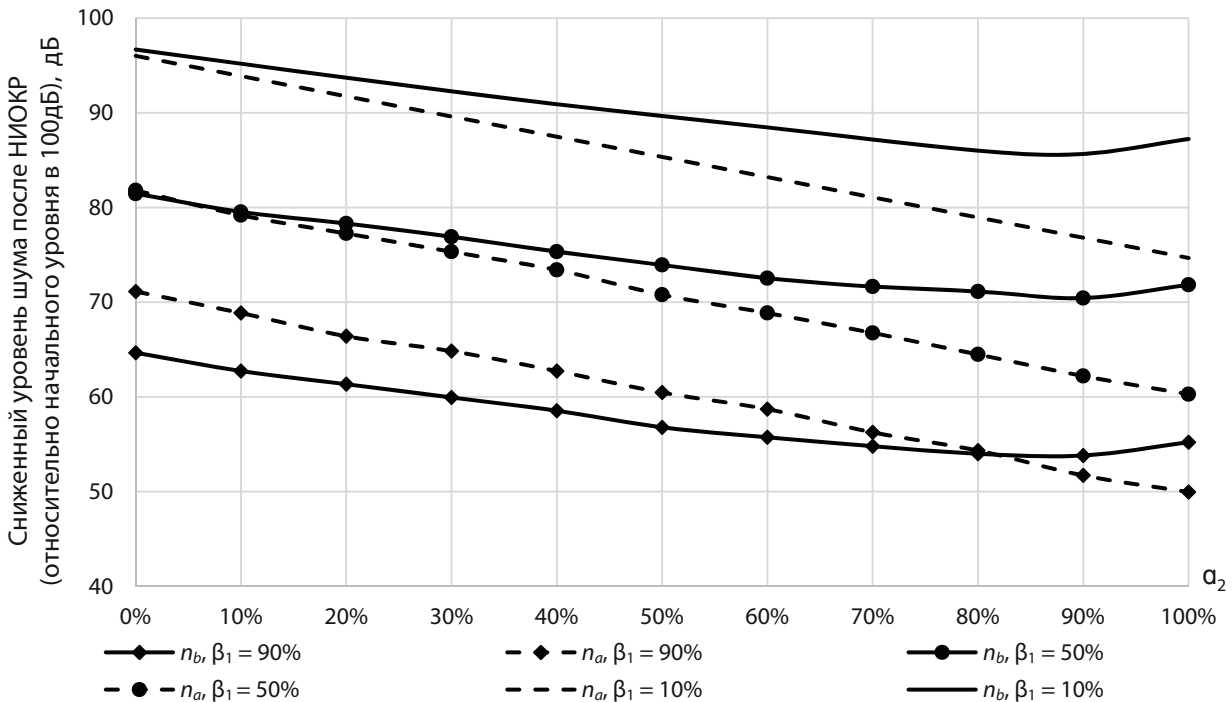
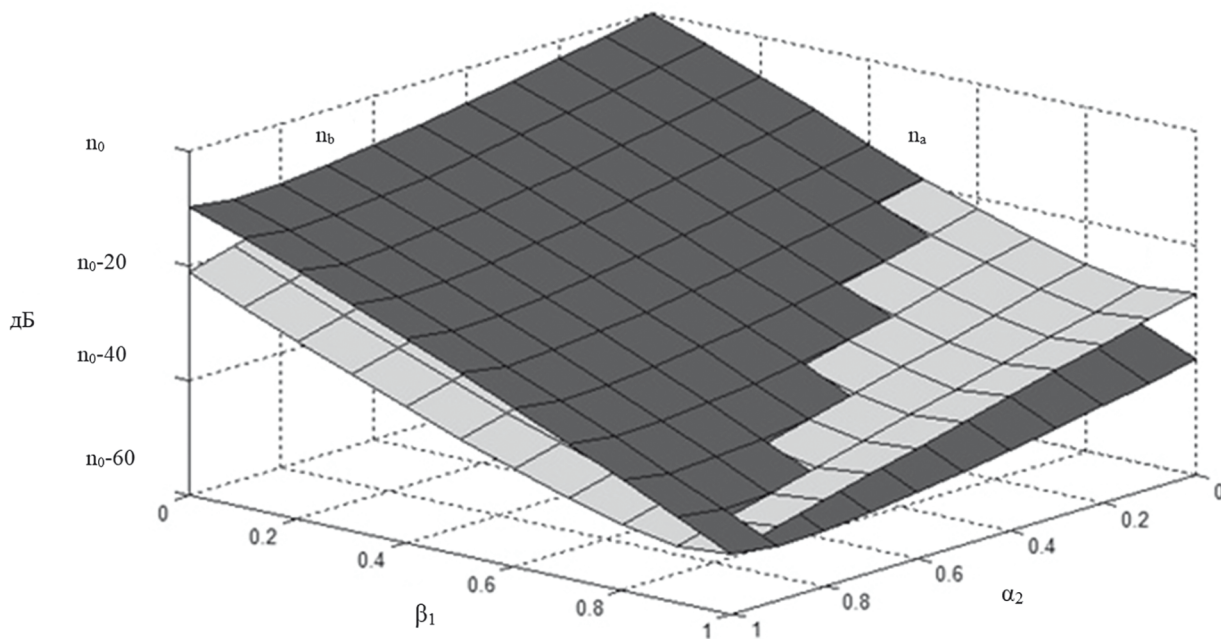


Рис. 3. Влияние долей, которые занимают производители на рынке, на минимально приемлемые для конкурентов значения авиационного шума (пример 2, емкость рынка, который контролирует производитель В в два раза меньше)



**Рис. 4.** Минимально приемлемые для конкурентов значения авиационного шума (пример 2, емкость рынка, который контролирует производитель  $B$  в два раза меньше)

Таким образом, производитель, контролирующий даже в 2–3 раза менее емкий рынок, уже не имеет стимулов стремиться стать «законодателем стандартов» в области авиационного шума — если только малая емкость рынка не будет компенсирована рассмотренными ниже преимуществами в сфере технологий производства авиационной техники или в сфере исследований и разработок, нацеленных на снижение уровня шума. Этот вывод весьма важен для российской авиационной промышленности и авиационной науки. Поскольку емкость российского рынка гражданской авиационной техники составляет 3–4 % от мирового, согласно отчетам, ее положение еще менее благоприятно, чем положение игрока  $B$  в рассмотренном здесь примере 2. Шансы стать «законодателем стандартов» и более активно влиять на ситуацию в области авиационной экологии могут появиться у России лишь в случае кооперации в данной отрасли (причем, стратегической кооперации, сопровождаемой согласованной политикой в сфере экологических норм и т. п.) со странами, контролирующими потенциально емкие рынки гражданской авиационной техники — прежде всего, КНР и Индией.

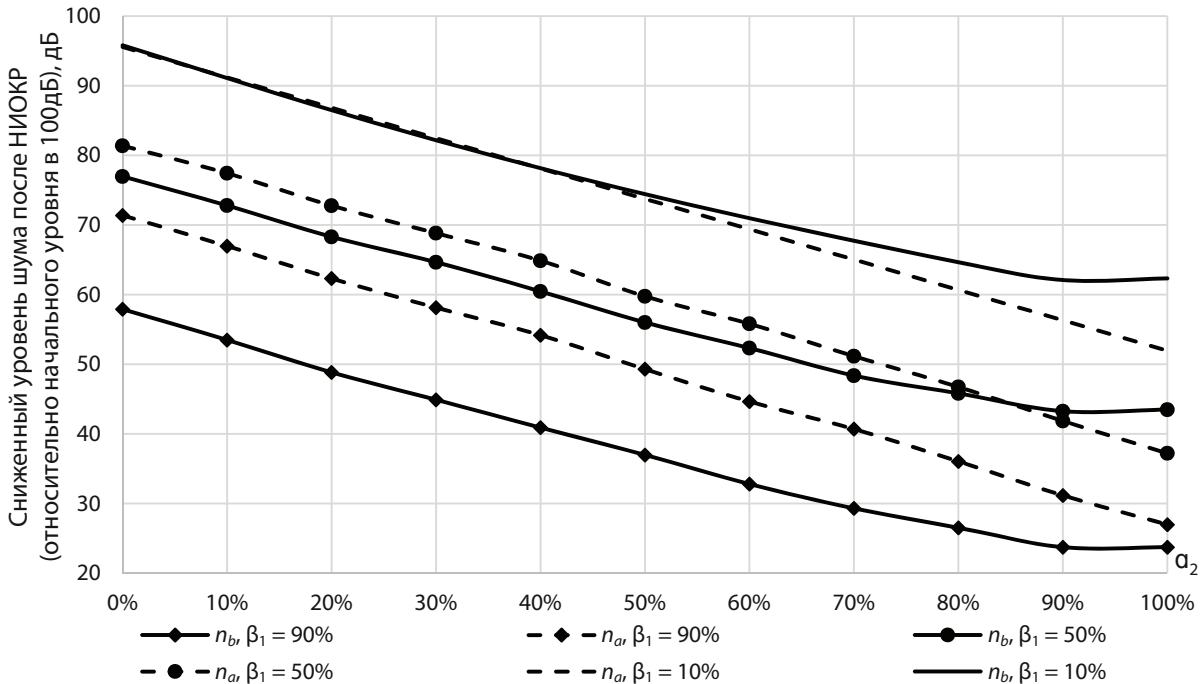
Также заметим, что минимально достижимые в данном примере значения авиационного шума в 10–100 раз больше (т. е. на 10–20 дБ выше), чем в примере 1 (например, в точке  $(\alpha_2 = \beta_1 = 0,5)$  можно ожидать снижения уровня шума приблизительно на 25 дБ относительно

$n_0$ ). Однако, как показывают проверочные расчеты при сохранении суммарной емкости рынков (т. е. при  $N_1 = 1500, N_2 = 500$ ), такой эффект является, главным образом, следствием сокращения общей емкости рынков. Меньшая суммарная емкость рынков сокращает экономически оправданный уровень затрат на исследования и разработки.

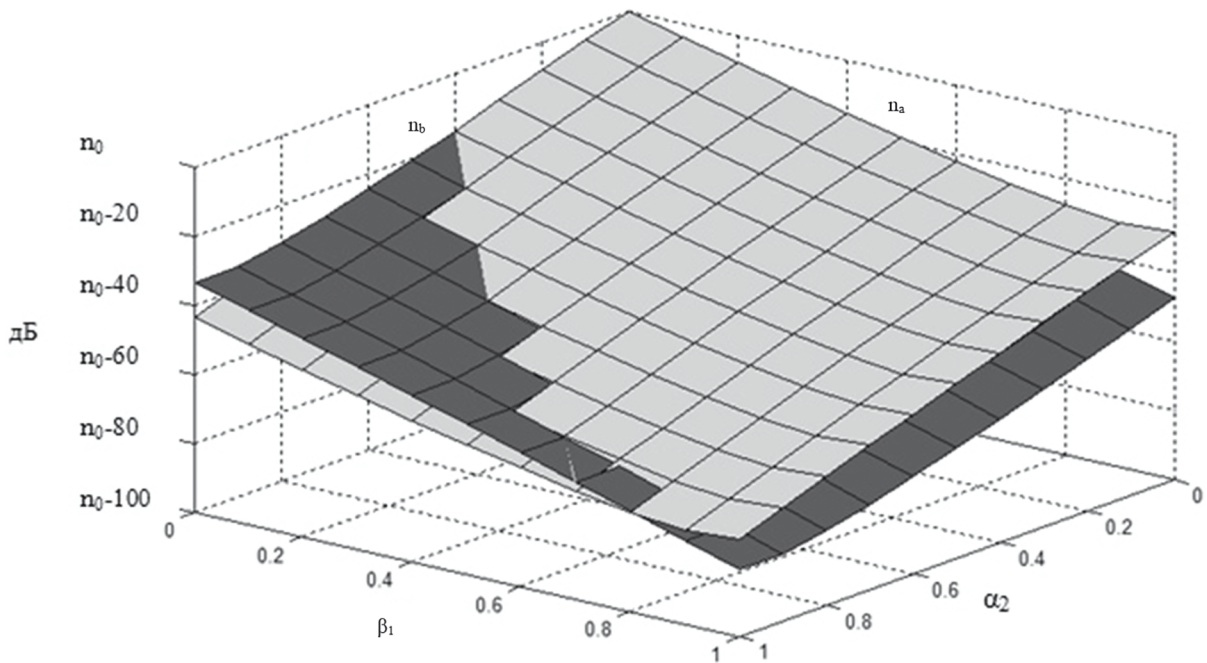
Интересно оценить, как влияет на равновесный уровень шума преимущество одного из игроков, например, в себестоимости производства авиационной техники. Следующий пример 3 построен при тех же исходных данных, что и пример 1, за единственным исключением: предполагается, что удельные трудовые издержки на выпуск первого экземпляра продукции у производителя  $B$  ниже на 10 %:  $c_B(1) = 90$  млн долл. На рис. 5 и 6 построены аналогичные предыдущим, соответственно, двумерные и трехмерные графики.

Теперь в большинстве сочетаний долей рынков  $\alpha_2$  и  $\beta_1$  в «гонке стандартов» лидирует производитель  $B$ , за исключением левого угла трехмерных графиков, когда он сам занимает малую долю на «чужом» рынке 1, и не является монополистом на «своем» рынке 2. При этом равновесный уровень шума не отличается на порядки от такового, достигаемого в исходном примере 1 — но, строго говоря, несколько ниже.

Для примера 4 все используемые параметры те же, что и в примере 1, однако удельная стоимость снижения уровня шума меньше:



**Рис. 5.** Влияние долей, которые занимают производители на рынке, на минимально приемлемые для конкурентов значения авиационного шума (пример 3, трудовые издержки производства производителя В на 10 % ниже, чем у производителя А)

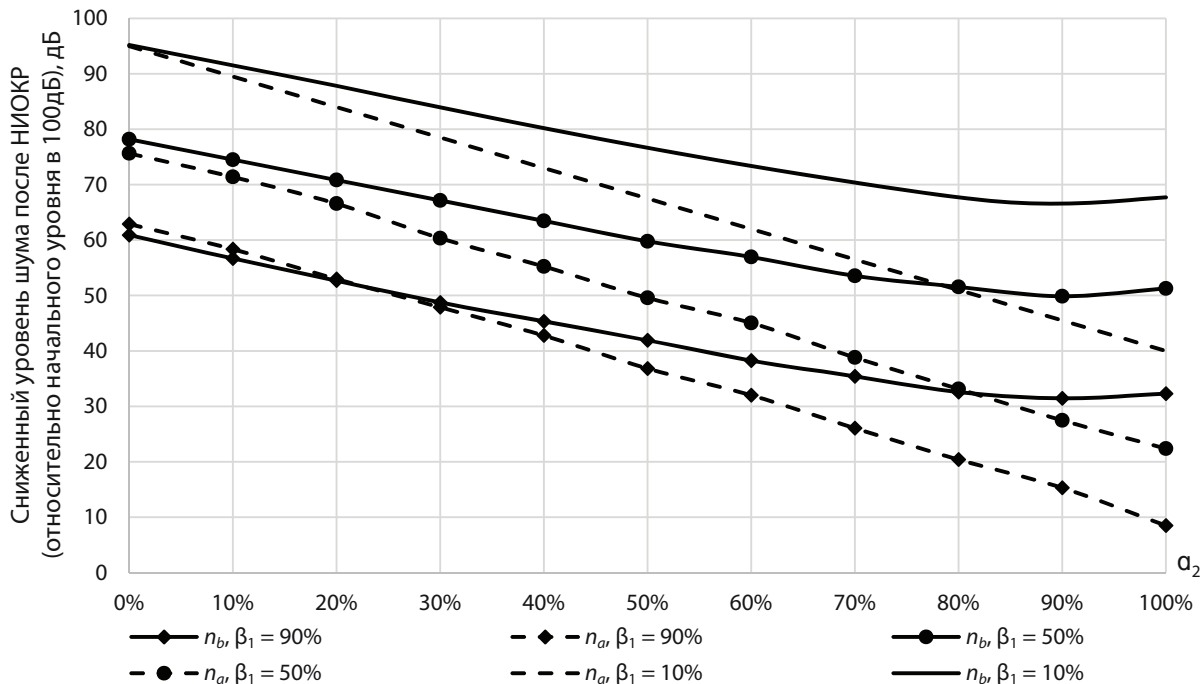


**Рис. 6.** Минимально приемлемые для конкурентов значения авиационного шума (пример 3, трудовые издержки производства производителя В на 10 % ниже, чем у производителя А)

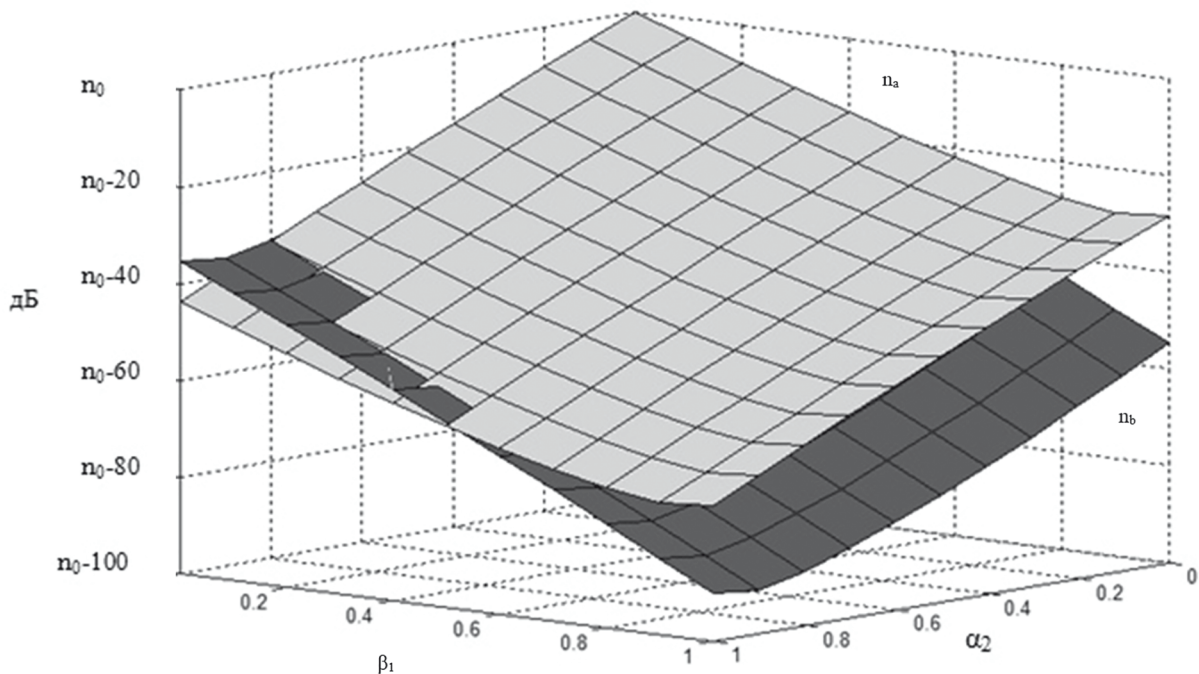
$R_B = 4$  млрд долл./10 дБ. Соответствующие двумерные и трехмерные графики приведены на рис. 7 и 8.

По сравнению с рис. 1 и 2, соответствующими исходному примеру 1, очевидно, что при снижении трудовых издержек производителя В он приобретает существенное преимущество в задании стандартов по авиацион-

ному шуму практически при любом распределении долей рынков, за редким случаем, когда производитель занимает на контролируемом им рынке 1 долю 10 %, а на втором рынке 2 — не более 20 %. Подчеркнем, в сравнении с примером 3, что преимущество в стоимости мероприятий по снижению уровня шума оказывает на соотношение сил конкурентов существенно



**Рис. 7.** Влияние долей, которые занимают производители на рынке, на минимально приемлемые для конкурентов значения авиационного шума (пример 4, затраты на исследования и разработки производителя В на 20 % ниже, чем у производителя А)



**Рис. 8.** Минимально приемлемые для производителей значения авиационного шума (пример 4, затраты на исследования и разработки производителя В на 20 % ниже, чем у производителя А)

более сильное влияние, чем разница в уровне производственных издержек. Т. е. удешевление мероприятий по снижению уровня шума, достигаемое за счет преимуществ в научно-технологическом заделе, является наиболее действенным способом выиграть в «гонке стандартов», что обуславливает актуальность

для российской авиационной промышленности и отраслевой науки поиска оригинальных, интенсивных, а не экстенсивных, конструктивно-технологических решений, нацеленных на снижение уровня шума на местности. Обеспечить появление таких решений позволяют лишь фундаментальные исследования.

Важно отметить, что в последнем примере компанией-лидером (в данном случае *B*) достигаются уровни шума на 10–20 дБ ниже, чем в исходном примере 1, однако, в соответствии с ранее обоснованными допущениями, установленный уровень стандартов все равно будет опираться на уровень шума, «запретительный» для другого игрока, *A*, и в итоге окажется не ниже ранее достигнутых значений — например, в точке ( $\alpha_2 = \beta_1 = 0,5$ ) можно ожидать снижения уровня шума приблизительно на 40 дБ относительно  $n_0$ , как и в примере 1. Таким образом, в рамках данной модели преимущество технологического лидера в сфере технологий снижения шума ВС отражается на равновесном уровне стандартов в меньшей степени, как можно ожидать. В то же время вышеупомянутые результаты фундаментальных НИР в реальности, как правило, приводят не столько к эволюционному, сколько к ступенчатому, скачкообразному сокращению уровня шума, т. е. в реальности НИР дискретны. С учетом этого фактора вполне возможно, что лидер установит существенно более жесткий стандарт по шуму по сравнению со своими конкурентами — ниже на величину указанного скачкообразного сокращения.

## Заключение

Описанный в работе подход к моделированию позволяет провести экономический анализ перспектив ужесточения стандартов в различных сферах, где необходимо жесткое регулирование стандартов (в первую очередь в части безопасности и экологии). Построенная модель позволит оценить странам и производителям экономическую целесообразность участия в гонке стандартов при заданных обстоятельствах.

Показано, что равновесная степень ужесточения стандартов выше, если доли игроков на рынке близки или отдельные игроки имеют преимущества в себестоимости производства и/или есть опережающий научно-технический задел для совершенствования продукции.

Важно отметить, что необходимо калибровать предлагаемую для примера экономико-математическую модель процесса ужесточения норм шума на местности с использованием реальных данных. Тогда возможно будет численно оценивать необходимые затраты на НИОКР по снижению авиационного шума и их обоснованность.

## Список источников

- Бонд Д. В книгу о шуме вписывается четвертая глава // Авиатранспортное обозрение. — 2001. — № 1 (32).
- Варюхина Е. В., Клочков В. В. Стандарты и нормы как инструменты протекционизма: проблема определения границ рынков (на примере гражданского авиастроения) // Журнал экономической теории. — 2016. — № 2. — С. 57–71.
- Волков С. К свободному полету над Европой // Двигатель. — 2002. — № 2.
- Дмитриев В. Г., Мунин А. Г. Экологические проблемы гражданской авиации // Аэрокосмический курьер. — 2003. — № 2. — С. 15–17.
- Клочков В. В. Управление инновационным развитием гражданского авиастроения. — М.: ГОУ ВПО МГУД, 2009. — 280 с.
- Клочков В. В., Ратнер С. В. Управление развитием «зеленых технологий»: экономические аспекты. — М.: ИПУ РАН, 2013. — 292 с.
- Махитко В. П. Государственное регулирование и рынок в авиастроении: учебное пособие. — Ульяновск: УлГТУ, 2008. — 243 с.
- Палкин В. А., Бакалеев В. П. Стратегия ведущих зарубежных авиадвигателестроительных компаний в XXI веке. — М.: ЦИАМ, 2002. — 45 с.
- Сергеев А. Доходное место: в зоне прилета // Ведомости. Приложение «Недвижимость: стены бизнеса». — 2007.
- Alchian A. Reliability of Progress Curves in Airframe Production // *Econometrica*. — 1963. — Vol. 31. — No. 4. — P. 679–694.
- Baldwin R., Krugman P. Industrial Policy and International Competition in Wide-bodied Jet Aircraft // *Trade Policy and Empirical Analysis*. — Univ. of Chicago Press for the NBER, 1988. — P. 45–71.
- Ben-Yosef E. The Evolution of the US Airline Industry: Theory, Strategy and Policy. — Springer, US, 2005. — 298 p.
- Benkard C. L. A Dynamic Analysis of the Market for Wide-bodied Commercial Aircraft // *Review of Economic Studies*. — 2004. — Vol. 71. — No. 3. — P. 581–611.
- Ebner A. Transnational Markets and the Polanyi Problem // Karl Polanyi, Globalisation and the Potential of Law in Transnational Markets/ In C. Joerges J. Falke (Eds.). — Oxford, UK: Hart, 2011. — P.19–41.
- Fichert F. Economic Instruments for Reducing Aircraft Noise: Theoretical Framework and Recent Experience // *Perspectives on Competition in Transportation*. In Pickhardt M., Pons J.S. (Eds.). — Münster, Germany, 2006. — P. 59–75.
- Gholz E. Getting Subsidies Right: U.S. Government Support to the Commercial Aircraft Industry // MIT Centre for International Studies. — Cambridge, MA, 1997. — 47 p.

Irwin D. A., Pavcnik N. Airbus versus Boeing Revisited: International Competition in the Aircraft Market // Journal of International Economics. — Vol. 64. — Issue 2. — P. 223–245.

Handbook on the Antitrust Aspects of Standards Setting / American Bar Association Section of Antitrust law, 2004. — 188 p.

Cabral Luis M. B., Kretschmer T. Standards battles and public policy // Standards and Public Policy. — Cambridge University Press, 2007. — P. 329–344.

Wright T. P. Factors Affecting the Cost of Airplanes // Journal of Aeronautical Sciences. — 1936. — Vol. 3. — P. 122–128.

### Информация об авторах

**Варюхина Екатерина Витальевна** — кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Национальный исследовательский центр «Институт имени Н. Е. Жуковского» (Жуковский, Российская Федерация; e-mail: e.varyukhina@yandex.ru).

**Клочков Владислав Валерьевич** — доктор экономических наук, заместитель генерального директора, Национальный исследовательский центр «Институт имени Н. Е. Жуковского» (Жуковский, Российская Федерация; e-mail: vlad\_klochkov@mail.ru).

For citation: Varyukhina, E. V., & Klochkov, V. V. (2020). Modelling of the Impact of National Standardization on Duopolistic Competition in the Civil Aircraft Market. Zhurnal Ekonomicheskoy Teorii [Russian Journal of Economic Theory], 17 (4), 859–873

**Varyukhina E. V., Klochkov V. V.**

The National Research Center “Zhukovsky Institute” (Zhukovsky, Russian Federation; e-mail: e.varyukhina@yandex.ru)

### Modelling of the Impact of National Standardization on Duopolistic Competition in the Civil Aircraft Market

*The purpose of this study is to analyze standards as one of the main tools of protectionism in global markets of industrial goods. We use standards for modeling of market competition and adapt this approach for civil aviation markets. The role of local noise standards in civil aircraft markets is discussed. Imposition of more stringent aviation noise standards is modelled in the form of a two-person non-zero-sum game. Players are aircraft corporations that conduct research and development to reduce noise and lobby for stricter regulations in their controlled markets. The model can be used to predict that tighter aviation noise standards will be imposed and to justify the strategy of Russian aviation industry and science. The proposed approach can be adapted for other industries with strict regulations (in terms of safety, ecology). Such estimation allows us to assess whether it is in the country's interests to participate in the standards race or not.*

*It is shown that the equilibrium degree of standards tightening is higher if the players' market shares are close to equal or individual players have advantages in the cost of production and/or product improvement is highly likely due to the company's R&D progress.*

**Keywords:** standards, competition, economic-mathematical model, game, equilibrium, regulation, public policy, research and development.

### References

Bond, D. (2001). V knigu o shume vpisivaetsia chetvertaya glava [The book on noise reaches chapter 4]. *Aviatransportnoe obozrenie [Air transport observer]*, 1 (32). (In Russ.)

Varyukhina, E. V., & Klochkov, V. V. (2016). Standarty i normy kak instrumenty protekcionizma: problema opredeleniya granic rynkov (na primere grazhdanskogo aviastroeniya) [Standards and norms as tools of protectionism: the problem of defining the boundaries of market (on example of civil aircraft industry)]. *Zhurnal ekonomicheskoy teorii [Russian Journal of Economic theory]*, 2, 57–71. (In Russ.)

Volkov, S. (2002). K svobodnomu poletu nad Evropoy [On the track to free flight over Europe]. *Dvigatel [Engine]*, 2. (In Russ.)

Dmitriev, V. G., & Munin, A. G. (2003). Ekologicheskie problemy grazhdanskoy aviatsii [Environmental Problems of Civil Aviation]. *Aerokosmicheskij kur'er [Aerospace Courier]*, 2, 15–17. (In Russ.)

Klochkov, V. V. (2009). *Upravlenie innovatsionnym razvitiem grazhdanskogo aviastroeniya [Management of innovative development of civil aviation]*. Moscow, Russia: GOU VPO, 280. (In Russ.)

Klochkov, V. V., & Ratner, S. V. (2013). *Upravlenie razvitiem “zelenykh tekhnologiy”: ekonomicheskie aspekty [Managing the development of green technologies: Economic aspects]*. Moscow, Russia: IPU RAN, 292. (In Russ.)

Makhit'ko, V. P. (2008). *Gosudarstvennoe regulirovanie i rynek v aviastroenii: uchebnoe posobie [Government regulation and the market in aircraft industry]*. Ulyanovsk, Russia: UIGTU, 243. (In Russ.)

Palkin, V. A., & Bakaleev, V. P. (2002). *Strategiya vedushchikh zarubezhnykh aviadvigatellestroitel'nykh kompaniy v XXI veke [Strategy of leading foreign aviation engine companies in the XXI century]*. Moscow, Russia: CIAM, 45. (In Russ.)

Sergeev, A. (2007). Dokhodnoe mesto: v zone prileta [Profitable place: in the arrivals area]. *Vedomosti. Prilozhenie «Nedvizhimost': steny biznesa» [Vedomosti. Application “Real estate: walls of business”]*. (In Russ.)

Alchian, A. (1963). Reliability of Progress Curves in Airframe Production. *Econometrica*, 31(4), 679–694.

- Baldwin, R., & Krugman, P. (1988). Industrial Policy and International Competition in Wide-bodied Jet Aircraft. *Trade Policy and Empirical Analysis*. Univ. of Chicago Press for the NBER, 45–71.
- Ben-Yosef, Eldad. (2005). *The Evolution of the US Airline Industry: Theory, Strategy and Policy*. Springer, US, 298.
- Benkard, C. L. (2004). A Dynamic Analysis of the Market for Wide-bodied Commercial Aircraft. *Review of Economic Studies*, 71(3), 581–611.
- Ebner, A. (2011). Transnational Markets and the Polanyi Problem. *Karl Polanyi, Globalisation and the Potential of Law in Transnational Markets*. In C. Joerges J. Falke (Eds.). Oxford, UK: Hart, 19–41.
- Fichert, F. (2006). *Economic Instruments for Reducing Aircraft Noise: Theoretical Framework and Recent Experience. Perspectives on Competition in Transportation*. In M. Pickhardt, J. S. Pons (Eds.). Münster, Germany, 59–75.
- Gholz, E. (1997). Getting Subsidies Right: U.S. Government Support to the Commercial Aircraft Industry. *MIT Centre for International Studies*. Cambridge, MA, 47.
- Irwin, D. A., & Pavcnik, N. (2004). Airbus versus Boeing Revisited: International Competition in the Aircraft Market. *Journal of International Economics*, 64(2), 223–245.
- Handbook on the Antitrust Aspects of Standards Setting* (2004). American Bar Association Section of Antitrust law, 188.
- Cabral, Luis M. B., & Kretschmer, T. (2007). Standards battles and public policy. *Standards and Public Policy*. Cambridge University Press, 329–344.
- Wright, T. P. (1936). Factors Affecting the Cost of Airplanes. *Journal of Aeronautical Sciences*, 3, 122–128.

### Authors

**Ekaterina Vital'evna Varyukhina** — PhD in Technical Sciences, Senior Researcher, The National Research Center “Zhukovsky Institute” (Zhukovsky, Russian Federation; e-mail: e.varyukhina@yandex.ru).

**Vladislav Valer'evich Klochkov** — Doctor of Economics, Deputy Director General, The National Research Center “Zhukovsky Institute” (Zhukovsky, Russian Federation; e-mail: vlad\_klochkov@mail.ru).