

# Моделирование рынка внутренних российских пассажирских авиаперевозок

Томаев А. О.<sup>1\*</sup>, Каукин А. С.<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup>Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Москва, Российская Федерация; \*tomaev-ao@ranepa.ru

<sup>2</sup>Институт экономической политики имени Е. Т. Гайдара, Москва, Российская Федерация

## РЕФЕРАТ

В статье моделируется рынок пассажирских авиаперевозок, в качестве теоретической модели используется система уравнений спрос-предложение. Результаты оценки модели на данных по внутреннему рынку за 2013 год показывают, что спрос несколько более чувствителен к изменению цены, чем предложение. Также, согласно полученным оценкам, спрос ожидаемо выше при росте численности и доходов населения, а также в периоды повышенной туристической активности, тогда как рост аэропортовых сборов значительно снижает предложение авиакомпаний. В работе также проведен кейсовый анализ отдельных эффектов на рынке пассажирских авиаперевозок. Результаты свидетельствуют о том, что при отсутствии других шоков уход «Трансаэро» с рынка должен был привести к росту цен на соответствующих маршрутах на 4,6%. Также был проведен расчет потенциальной динамики пассажиропотока в зависимости от реализации одного из трех сценариев налогообложения в нефтяном секторе.

*Ключевые слова:* авиасектор, пассажирские авиаперевозки, рынок, модель российского рынка пассажирских авиаперевозок, кризис

## Modeling of the Market of Internal Russian Passenger Air Transportation

Tomayev A. O.<sup>a</sup>, Kaukin A. S.<sup>a, b</sup>

<sup>a</sup>Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russian Federation; \*tomaev-ao@ranepa.ru

<sup>b</sup>Gaidar Institute for Economic Policy, Moscow, Russian Federation

## ABSTRACT

In the article the market of passenger air transportation is modelled, as theoretical model the system of the equations demand-supply is used. Results of assessment of model on data on domestic market for 2013 show that demand is a little more sensitive to the change in price, than the supply. In addition, according to the received estimates, demand is expected above with a growth of number and the income of the population and during the periods of the increased tourist activity whereas growth of airport collecting significantly reduces the offer of airlines. In the work, the case analysis of separate effects in the market of passenger air transportation is carried out also. Results demonstrate that in the absence of other shocks leaving of Transaero from the market had to lead to increase in prices on the corresponding routes for 4,6%. In addition, calculation of potential dynamics of a passenger traffic depending on realization of one of three scenarios of the taxation in the oil sector has been carried out.

*Keywords:* aviasector, passenger air transportation, market, model of the Russian market of passenger air transportation, crisis

## Введение

Одним из наиболее заметных последствий кризисных явлений 2014–2015 гг. было снижение темпов роста и объемов выпуска в ряде ключевых сегментов российской экономики. Сектор внутренних пассажирских авиаперевозок, в мировой практике

традиционно рассматриваемый как убыточный для авиакомпаний и требующий субсидирования со стороны государства, столкнулся с сокращением реальных доходов населения и соответствующим падением спроса на перевозки, а также с удорожанием самолетного парка и комплектующих в результате изменения курса рубля, сокращением возможностей по привлечению внешнего финансирования, общими негативными ожиданиями отечественных производителей, неустойчивой политикой государства в отношении налогообложения производства нефти и нефтепродуктов.

В этой связи особенно актуальным является поиск ключевых факторов, критически влияющих на перспективы развития отрасли, и разработка соответствующих мер экономической политики. В настоящем исследовании построена теоретическая и эмпирическая модели российского рынка авиаперевозок, а также проведен анализ особенностей российского рынка и международного опыта регулирования и поддержки авиасектора для выявления ключевых факторов со стороны спроса и со стороны предложения, определяющих перспективы развития рынка, которые могли бы учитываться при разработке государственной экономической политики в отношении данного сектора.

### **Теоретические и эмпирические подходы к моделированию рынка пассажирских авиаперевозок**

Большая часть научной литературы по тематике исследования посвящена моделированию спроса. Подходы к его анализу можно с некоторой долей условности разделить по уровню, на котором изучается спрос (уровень стран или пар городов), по типу (изучающие уровень спроса либо выбор потребителей между видами транспорта, как, например, Ч. Хсиао, М. Хансен [1], Н. Адлер и соавторы [2]), по учету деталей (наличие хабов — В. Вэй и М. Хансен [3] и другие работы), иных видов транспорта (например, у Ч. Хсиао и М. Хансен [4]) и т. д.

Некоторые исследователи, к примеру, Ч. Хсю, Й. Вен [5], разделяли пассажиров по цели поездки. В ряде исследований зависимой переменной выступала цена авиабилета или ее дисперсия, и производился анализ влияния глубины бронирования и структуры рынка (в условиях ограниченной конкуренции) на соответствующие переменные. Сторона предложения в литературе представлена менее широко и, как правило, исследования в этой сфере ограничиваются анализом различных составляющих издержек авиакомпаний, по которым доступны статистические данные. Ниже описаны некоторые из изученных работ.

К. Флеминг и А. Гобриал (1994) [6] обращают внимание на то, что предыдущая литература не позволяла понять, как региональный или общенациональный пассажиропоток зависит от характеристик отдельных штатов. Исследователи вырабатывают макромоделю, которая рассматривает факторы, не связанные со спецификой маршрутов и пар городов, используя, соответственно, только агрегированные меры. В модели включены векторы: социально-экономических характеристик штата, индикаторов определенных экономических видов деятельности в штате и переменных предложения. Для оценки этого уравнения были использованы данные в период с 1975 по 1987 гг. по семи штатам юго-востока США. Среди результатов констатируется сильная взаимосвязь между спросом и общими экономическими переменными. Спрос неэластичен по «промышленным» переменным и расходам на туризм. Однако спрос более эластичен по промышленным факторам, чем по расходам на туризм. Помимо этого, авторы констатируют, что наличие хаба увеличивает спрос на авиаперелеты.

Целью работы А. Гобриал и А. Канафи (1995) [7] была оценка модели спроса, включающей различные характеристики качества без некоторых нереалистичных предположений прежних моделей. Качество услуги у них измеряется частотой

рейсов в час пик и в непиковые часы, временем полета, загруженностью аэропорта и т. д. Ввиду корреляции времени полета и цены, авторы удалили переменную времени и знаки при всех переменных модели сошлись с гипотетическими. В частности, частота рейсов, согласно результатам, положительно влияет на спрос, а ограниченная пропускная способность аэропорта уменьшает пассажиропоток.

Надо отметить, что существует целый пласт статей, которые пытаются объяснить спрос различных стран на пассажирские авиаперевозки через схожий набор социально-экономических факторов. Так, С. Абед и соавторы (2001) [3; 8] анализируют и прогнозируют спрос на международные авиаперелеты в Саудовской Аравии. В статье используются данные в период с 1971 по 1972 гг. Результаты исследования говорят о том, что численность населения имеет положительный эффект на спрос на международные авиаперевозки (при прочих равных). При росте населения на 1% спрос увеличивается в среднем на 0,021 млн пассажиров. Также, при росте суммарных расходов на 1% в среднем спрос на международные перелеты при прочих равных растет на 0,395 млн пассажиров.

На примере шведского рынка Ф. Копш (2012) [9] исследует спрос на внутренние пассажирские авиаперевозки, оценивая эластичность спроса по цене на основе агрегированной информации. Исследование использует timeseries анализ для оценки краткосрочной и долгосрочной эластичности спроса в Швеции. При этом производится разделение деловых и неделовых полетов, а также учет альтернативных видов транспорта. Результаты показывают, что агрегированный спрос на внутренние пассажирские авиаперевозки в Швеции в значительной степени эластичен в краткосрочном периоде и еще более эластичен в долгосрочном периоде. Также согласно исследованию, пассажиры, летящие с неделовыми целями, более чувствительны к изменениям цены.

Модель, лежащая в основе настоящего исследования, рассматривает спрос и предложение на уровне количества перевезенных пассажиров по отдельным маршрутам. Вопросы динамического ценообразования и межвременной дискриминации рассматривались на предыдущих этапах исследования и остались за рамками настоящей модели; фактор структуры рынка и конкуренции, влияющий, в первую очередь, на цену, был учтен на уровне кейсового анализа.

### **Модель российского рынка пассажирских авиаперевозок**

В расчетной части исследования использовались и сравнивались различные спецификации системы одновременных уравнений, а при рассмотрении отдельных кейсовых примеров — приведенные уравнения. Основная модель, представляющая из себя систему одновременных уравнений, применялась для решения задачи проверки гипотез относительно ряда факторов как со стороны спроса, так и со стороны предложения.

Данные, используемые в представленной работе, взяты из нескольких источников. В основе лежат данные Транспортной клиринговой палаты. Она включает данные за 2013 г. по проданным билетам на внутренние рейсы, в том числе дату полета и бронирования, код авиакомпании, направление (код города), цену и т. д. Каждому наблюдению соответствует уникальный номер билета. Всего в базе свыше семи миллионов наблюдений. База данных включает около 40% от всех проданных в 2013 г. билетов. Статистика численности населения страны по населенным пунктам за 2013 г. была взята с сайта Росстата, как и региональная статистика по среднему уровню доходов. Что касается информации о ставках сборов за аэронавигационное обслуживание в районах аэродромов российских пользователей, то они основываются на данных ФАВТ (Росавиации); это ставки, утвержденные в 2016 г., так как у Агентства отсутствуют открытые данные за 2013 г. Ставки за взлет-посадку, авиационную без-

опасность, пользование аэровокзалом и обслуживание пассажиров за 2017 г. взяты с сайта Авиапорт. Ставки в московских аэропортах различились, и было взято арифметическое среднее. Данные по ценам на авиатопливо в различных аэропортах за 2014 г. взяты с сайта Росавиации, а недельные цены на бензин — с сайта Росстата.

Теоретическая модель, использованная в данной работе, представляет из себя систему одновременных уравнений, учитывающую в том числе показатели качества из исследования А. Гобриал и А. Канафи [7]. Также на основе анализа спецификаций из других исследований было решено добавить некоторые доступные переменные. Среди них индикатор на время отпусков, цена на альтернативы в виде железнодорожных и автомобильных перевозок (улавливается через цены на бензин).

Также мы предполагаем, что авиакомпании действуют в соответствии с принципом максимизации прибыли, и ставим предложение в зависимость от издержек. В итоге общая теоретическая модель выглядит следующим образом:

$$\begin{aligned} \ln Daypassen_{ijt} = & \\ & = \alpha + \beta_1 \ln MulPop_{ij} + \beta_2 \ln MulInc_{ij} + \beta_3 \ln Avtar_{ijt} + \beta_4 \ln FreqP_{ijt} + \\ & + \beta_5 \ln FreqO_{ijt} + \beta_6 \ln SizeP_{ijt} + \beta_7 \ln SizeO_{ijt} + \beta_8 \ln Time_{ij} + \\ & + \beta_9 Tour_{ij} + \beta_{10} Hol_{ijt} + \beta_{11} \ln Gprice_{ijt} + \beta_{12} \ln Rtar_{ijt} + \varepsilon, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln Daypassen_{ijt} = & \\ & = \alpha_0 + \beta_1 \ln Avtar_{ijt} + \beta_2 \ln Sbor_{it} + \beta_3 \ln Sbor_{jt} + \\ & + \beta_4 \ln Jetfuel_{it} + \beta_5 \ln Jetfuel_{jt} + \varepsilon, \end{aligned}$$

где  $Daypassen_{ijt}$  — количество пассажиров, летящих из города  $i$  в город  $j$  в момент времени  $t$ ;  $MulPop_{ij}$  — произведение численностей населения двух городов;  $MulInc_{ij}$  — произведение доходов на душу в двух городах;  $Avtar_{ijt}$  — средняя цена;  $FreqP_{ijt}$  — число прямых рейсов в день вне часов пик;  $FreqO_{ijt}$  — число прямых рейсов в день в часы пик;  $SizeP_{ijt}$  — средний размер судна в пиковые часы ( $SizeO_{ijt}$  — в непиковые);  $Time_{ij}$  — среднее время полета между городами  $i$  и  $j$ ;  $Tour_{ij}$  — индикатор, принимающий значение 1, если хоть один из городов находится в туристическом регионе (Краснодарский край);  $Hol_{ijt}$  — переменная-индикатор, принимающая значение 1 в сезон отпусков;  $(Gprice)_{ijt}^*$  — цена на бензин (как отражение стоимости путешествия автотранспортом),  $Rtar_{ij}$  — цена на путешествие ж/д транспортом.

$Avtar_{ijt}$  — средняя цена;  $Sbor_{it}$  — сумма всех взимаемых сборов в аэропорту вылета;  $Sbor_{jt}$  — сумма всех взимаемых сборов в аэропорту прилета;  $Jetfuel_{it}$  — цена на топливо в аэропорту вылета;  $Jetfuel_{jt}$  — цена на топливо в аэропорту прилета.

В уравнении спроса предполагается, что рост населения хотя бы в одном из городов положительно скоррелирован с популярностью маршрута, так как среди большего числа жителей будет больше потенциальных пассажиров. Такая же положительная связь предполагается между средним уровнем дохода в городах и спросом на авиаперевозки, так как уровень доходов определяет платежеспособность. Цена — принципиальный фактор, который, согласно гипотезе, должен отрицательно влиять на спрос. Частота рейсов, называемая в литературе принципиальной характеристикой качества услуги, в ожидании положительно влияет на спрос. Знак при переменной расстояния ожидается положительный, так как, при прочих равных, пассажиры скорее склонны прибегать к услугам авиакомпаний на длинных маршрутах; на коротких воз-

душному транспорту сложнее конкурировать с наземным. Предполагается, что на туристических направлениях спрос выше, и знак перед соответствующей переменной будет положительным. Далее, фактор загруженности аэропортов в ожидании может «отпугивать» потенциальных пассажиров и должен быть отрицательно скоррелирован со спросом. Что касается альтернативных видов транспорта, то их удорожание гипотетически должно приводить к привлечению большего количества клиентов авиакомпаниями. Так, удорожание бензина (цена которого умножается на расстояние для более точного отражения действительных расходов) и повышение цен на железнодорожные билеты должно вести к «перетеканию» части пассажиров к авиакомпаниям.

В уравнении предложения предполагается положительная связь между переменной средней цены на билеты и предложением. Гипотеза относительно остальных переменных, которые отражают разного рода издержки, такова, что их рост будет сдерживающим фактором для предложения, и ожидаемые знаки при них отрицательные. Аргумент состоит в том, что авиакомпании, максимизирующие прибыль, имеют более плохие финансовые показатели на фоне роста издержек.

При использовании вышеописанной теоретической модели в ней оказалось необходимым изначально исключить некоторые переменные ввиду недоступности данных по ним. Решая проблему мультиколлинеарности и стремясь к увеличению объясняющей силы модели, мы остановились на следующей спецификации:

$$\begin{aligned} \ln \text{Daypassen}_{ijt} &= \alpha + \beta_1 \ln \text{MulPop}_{ij} + \beta_2 \ln \text{MulInc}_{ij} + \beta_3 \ln \text{Avtar}_{ijt} + \\ &+ \beta_4 \text{TourHol}_{ijt} + \beta_5 \text{High}_t + \beta_6 \ln \text{Gprice}_{it} + \beta_7 \sum_{i=1}^7 \text{Weekday}_t + \varepsilon, \\ \ln \text{Daypassen}_{ijt} &= \alpha_0 + \beta_1 \ln \text{Avtar}_{ijt} + \beta_2 \ln \text{Sbor}_{it} + \beta_3 \ln \text{Sbor}_{jt} + \beta_4 \ln \text{Jetfuel}_{it} + \\ &+ \beta_5 \ln \text{Jetfuel}_{jt} + \beta_6 \text{AirlineD}_{ijt} + \varepsilon. \end{aligned}$$

где  $\text{TourHol}_{ijt}$  — это индикатор на туристические направления в теплый сезон,  $\text{High}_t$  — индикатор на время повышенного спроса (теплый сезон и зимние каникулы),  $\sum_{i=1}^7 \text{Weekday}_t$  — набор индикаторов на дни недели, а  $\text{AirlineD}_{ijt}$  — индикаторы на каждую из авиакомпаний.

Описывая результаты оценки представленной модели, можно отметить некоторое расхождение с гипотезами. Во-первых, как видно из таблицы, цены на топливо как в аэропорту вылета, так и в аэропорту прилета положительно скоррелированы с предложением. Более того, соответствующие коэффициенты больше единицы. Учитывая принципиальную важность расходов на топливо для авиакомпаний, их немалый удельный вес, эта взаимозависимость кажется нелогичной. Во-вторых, схожую ситуацию мы видим с ценой на бензин. Та и другая переменные учитывают цену единицы объема топлива, а не полной его стоимости для той или иной поездки (полета), зависящей также и от расстояния (но мультиколлинеарность мешает такому учету). На наш взгляд, это может быть вероятным объяснением того, что полученные знаки не соответствуют гипотетическим. Это предположение подкрепляется тем фактом, что в соответствующем приведенном уравнении, где отсутствие переменной цены позволило учесть произведение стоимости топлива на расстояние, проблема исчезает.

Знаки при всех остальных переменных соответствуют гипотетическим. Принципиальный результат оценки — коэффициент при переменной цены в обоих уравнениях — говорит о том, что спрос несколько более чувствителен к изменению цены, хотя разница невелика. Все учитываемые факторы оказались значимыми.

**Результаты оценки регрессии**  
Results of regression analysis

Переменные	(1)	(2)
	Спрос	Предложение
Log Средняя цена	-1,365*** (0,00216)	0,933*** (0,00307)
Log Сборы в аэропорту вылета	—	-1,429*** (0,00148)
Log Сборы в аэропорту прилета	—	-1,423*** (0,00113)
Log Цена авиатоплива в аэропорту вылета	—	1,358*** (0,00544)
Log Цена авиатоплива в аэропорту прилета	—	1,115*** (0,00597)
Индивидуальные индикаторы авиакомпаний		
Log Произведение численностей населения	0,159*** (0,000256)	—
Log Произведение уровней дохода	0,952*** (0,00105)	—
Туристическое направление в период отпусков	0,229*** (0,00175)	—
Время повышенного спроса	0.308*** (0.000863)	—
Log Цена бензина	-1.716*** (0,0170)	—
Понедельник	0,0676*** (0,00119)	—
Вторник	0,0353*** (0,00120)	—
Среда	0,0370*** (0,00119)	—
Четверг	0,0211*** (0,00120)	—
Пятница	0,0515*** (0,00119)	—
Суббота	-0,0636*** (0,00125)	—
Константа	-1,875*** (0,0633)	-8,574*** (0,793)
Число наблюдений	6 463 464	6 463 464
R-squared	0,295	0,323

Стандартные ошибки в скобках

\*\*\*  $p < 0,01$ , \*\*  $p < 0,05$ , \*  $p < 0,1$

Безусловно, представляет интерес применение данной базы данных и методологии для анализа текущих проблем отрасли. Так, можно проанализировать последствия ухода с рынка крупного игрока (ВИМ-авиа испытывает в данный момент большие финансовые сложности).

В рамках проведенного анализа было изучено три различных кейса. Первый из них — уход с рынка компании Трансаэро. В 2015 г. Росавиация аннулировала сертификат авиакомпании, как следствие, изменились доли рынка оставшихся компаний. Для оценки влияния ухода Трансаэро были пересчитаны доли авиакомпаний в пассажиропотоке на соответствующих маршрутах при удалении пассажиров, перевезенных Трансаэро. Результат свидетельствует о том, что рост значения индекса Херфиндаля-Хиршмана на 1 ведет к росту цены на 36%. Согласно расчетам, соответствующий средний рост цен на маршрутах, где летали самолеты Трансаэро (при условии сохранения всех рейсов), должен был составить около 4,6%. В действительности же существенных потрясений на внутреннем рынке авиаперевозок, в том числе, ценовых, не последовало. Однако следует учесть, что уход Трансаэро совпал с другими шоками в этот же период (сокращение спроса, сжатие рынка международных перевозок и т. д.).

Второй изученный кейс касается деятельности лоукостеров. Опираясь на зарубежные исследования (провести аналогичные исследования на российском рынке не позволило отсутствие необходимой статистики), была сделана попытка понять, как наличие бюджетных авиакомпаний влияет на цены. Так, согласно ряду работ, при уходе лоукостеров с рынка рост цен в среднем на маршрутах составляет от 3 до 8% в зависимости от количества компаний-лоукостеров.

В рамках последнего кейса рассматриваются три сценария налоговой политики России в отношении нефти и нефтепродуктов: заложенные на данный момент в Налоговом кодексе траектории изменения величины экспортных пошлин и НДС, единовременная отмена таможенных пошлин на нефть и нефтепродукты с 2019 г. с эквивалентным увеличением НДС при сохранении ставки акцизов на уровне 2019 г., а также аналогичная реформа со снижением акцизов для удержания розничных цен на нефтепродукты на текущем уровне.

Расходы на авиатопливо являются одной из главных статей расходов авиаперевозчиков, и оценки показали, что при росте значения переменной *цена топлива в аэропорту вылета \* расстояние* на 1% в среднем наблюдается падение равновесного объема пассажиропотока примерно на 0,3%. Согласно первому сценарию, в период с 2019 по 2024 гг. объем перевозимых пассажиров при прочих равных будет снижаться примерно на 1,3%, 0,7%, 0,3%, 0,3%, 0,7% и 0,5% к уровню предыдущего года соответственно. В случае реализации второго сценария, падение в эти года составит примерно 2%, 2,8%, 3,2%, 3,8%, 4,3% и 4,8% с 2019 по 2024 гг. Третий сценарий предполагает стабильность цен на топливо, а значит, и равновесного пассажиропотока при прочих равных.

## Заключение

Построенная в исследовании модель позволяет оценить эластичность спроса и предложения по цене. В числе факторов в уравнении спроса рассматривались, в том числе, средняя цена на маршруте на определенную дату, численность населения двух городов, являющихся начальной и конечной точкой маршрута (эффект масштаба), средние уровни доходов населения в этих городах, индикатор туристического направления в теплый сезон, индикатор времени повышенного спроса, цена на бензин и стоимость железнодорожных билетов как отражение стоимости путешествия альтернативным (автомобильным) транспортом, индикаторы на дни недели и др. Факторами на стороне предложения (фактически, это

различные составляющие издержек авиакомпаний) являются переменные ставок сборов в аэропорту вылета и в аэропорту прилета, стоимости авиатоплива в аэропорту вылета и прилета, а также индивидуальные индикаторы на каждую из авиакомпаний и др.

Эконометрические оценки системы одновременных уравнений показывают, что при росте цен на 1% рост предложения составляет около 0,9%, при этом спрос снижается примерно на 1,4%. Гипотеза относительно отрицательного влияния сборов в аэропортах прилета и вылета на предложение подтвердилась, причем влияние их на сторону предложения наиболее сильно по сравнению с другими факторами (около  $-1,4$  в обоих случаях). Индивидуальные характеристики авиакомпаний, согласно результатам оценок, также значимо влияют на предложение соответствующих услуг. Подтвердились гипотезы положительного влияния величины городов и средних доходов на спрос на воздушные перевозки. Уровень доходов имеет при этом наибольшее влияние. Было также выявлено, что, даже с учетом фактора повышенного спроса летом и в новогодние каникулы, туристические направления пользуются особенно высоким спросом, как и предполагалось изначально. Не подтвердилась гипотеза положительного влияния на объем спроса цены на бензин, что может быть связано со способностью автотранспорта заменить авиаперевозки в российских условиях только на ограниченном количестве направлений.

Интересно, что попытка оценить ту же систему одновременных уравнений на ограниченной подвыборке с исключением маршрутов, включающих Москву (это условие сокращает выборку примерно в четыре раза), дает результаты, противоречащие гипотезам. В частности, получаем положительную связь спроса и цены, что крайне сложно интерпретировать. По всей видимости, на этой ограниченной подвыборке, включающей, в том числе, аэропорты в малых населенных пунктах, существуют свои специфические факторы, неучтенные в используемой спецификации: в частности, полеты на данных направлениях могут преимущественно использоваться для бизнес-поездки, командировок и т. д., что означает, что факторами спроса должны быть не характеристики населения, а характеристики местных компаний и их связи друг с другом в рассматриваемых регионах. Данное направление является перспективным для дальнейших исследований.

## Литература / References

1. *Hsiao C. Y., Hansen M.* Air transportation network flows: Equilibrium model // *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board.* 2005. N 1915. P. 12–19.
2. *Adler N.* Hub-spoke network choice under competition with an application to Western Europe // *Transportation science.* 2005. Vol. 39. N 1. P. 58–72.
3. *Wei W., Hansen M.* An aggregate demand model for air passenger traffic in the hub-and-spoke network // *Transportation Research Part A: Policy and Practice.* 2006. Vol. 40. N 10. P. 841–851.
4. *Hsiao C. Y., Hansen M.* A passenger demand model for air transportation in a hub-and-spoke network // *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review.* 2011. Vol. 47. N 6. P. 1112–1125.
5. *Hsu C. I., Wen Y. H.* Determining flight frequencies on an airline network with demand-supply interactions // *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review.* 2003. Vol. 39. N 6. P. 417–441.
6. *Fleming K., Ghobrial A.* An analysis of the determinants of regional air travel demand // *Transportation Planning and Technology.* 1994. Vol. 18. N 1. P. 37–44.
7. *Ghobrial A., Kanafani A.* Quality-of-service model of intercity air-travel demand // *Journal of Transportation Engineering.* 1995. Vol. 121. N 2. P. 135–140.
8. *Abed S. Y., Ba-Fail A. O., Jasimuddin S. M.* An econometric analysis of international air travel demand in Saudi Arabia // *Journal of Air Transport Management.* 2001. Vol. 7. N 3. P. 143–148.



9. *Kopsch F.* A demand model for domestic air travel in Sweden // *Journal of Air Transport Management.* 2012. Vol. 20. P. 46–48.
10. *Carson R. T., Cenesizoglu T., Parker R.* Forecasting (aggregate) demand for US commercial air travel // *International journal of Forecasting.* 2011. Vol. 27. N 3. P. 923–941.

**Об авторах:**

**Томаев Александр Олегович**, научный сотрудник лаборатории системного анализа отраслевых рынков, Институт отраслевых рынков и инфраструктуры РАНХиГС (Москва, Российская Федерация); tomaev-ao@ranepa.ru

**Каукин Андрей Сергеевич**, заведующий лабораторией системного анализа отраслевых рынков, Институт отраслевых рынков и инфраструктуры РАНХиГС, зав. лабораторией отраслевых рынков и инфраструктуры Научного направления «Реальный сектор», Институт экономической политики имени Е. Т. Гайдара (Москва, Российская Федерация), кандидат экономических наук; kaukin@ranepa.ru

**About the authors:**

**Alexandr O. Tomaev**, research associate of laboratory of the system analysis of the branch markets, Institute of the branch markets and infrastructure of RANEPА; tomaev-ao@ranepa.ru

**Andrey S. Kaukin**, head of the laboratory of the system analysis of the branch markets, Institute of the branch markets and infrastructure of RANEPА, head of the laboratory of the branch markets and infrastructures of the Scientific direction “Real Sector”, Gaidar Institute for Economic Policy, PhD in Economics; kaukin@ranepa.ru