

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛЕЙ-ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ (НА ПРИМЕРЕ РЫНКА ПАССАЖИРСКИХ АВИАПЕРЕВОЗОК)

Варшавский Л. Е.

На основе агрегированной динамической модели рационального поведения участников олигополии проведено исследование перспектив развития рынка авиапассажироперевозок США, в ходе которого построены сценарии изменения ключевых показателей рынка (рыночной структуры, пассажирооборота, самолетного парка), а также оценены масштабы влияния цен на авиационное топливо на развитие отрасли

Введение. Рынки как производителей, так и потребителей высокотехнологичной продукции обычно функционируют в условиях олигополии. Рынки потребителей во многих случаях характеризуются значительно большим количеством участников, чем рынки производителей, что связано с наличием значительных барьеров на вход на рынки последних (главным образом из-за высоких первоначальных затрат на исследования и разработки). Так, к началу 2007 г. в гражданской авиации России насчитывалось 182 авиакомпании [1]. Значительное количество участников рынка авиаперевозок характерно и для США, особенно после дерегулирования отрасли в 1978 г. Аналогичное положение дел имеет место в морском транспорте, сборке компьютеров и др. отраслях.

В последнее время в нашей стране наметилась консолидация участников рынков. В результате уже в 2006 г. доля 8 крупнейших авиакомпаний в пассажирских перевозках в воздушном транспорте превысила 2/3 [2]. Вместе с тем, на рынке пассажироперевозок остается ещё большое число мелких компаний, находящихся на грани разорения и эксплуатирующих устаревшую технику отечественного производства или старые самолеты иностранного производства, приобретенные по лизингу по "сходной" цене .

Процессы объединения и поглощения авиакомпаний характерны и для США. Они особенно усилились после финансового кризиса 2000-2002 гг. и спада спроса под влиянием событий, произошедших 11 сентября 2001 г., а также из-за распространения тяжелых заболеваний из стран Юго-Восточной Азии. Однако в этой стране, несмотря на происходящие процессы слияния и поглощения, доля крупных авиакомпаний в пассажирских перевозках неуклонно уменьшается под влиянием растущей конкуренции со стороны низкзатратных (low cost) перевозчиков.

Наряду с внутренними факторами, обусловленными действием конкурентных сил, на рыночные процессы в отраслях-потребителях высокотехнологичной продукции оказывают влияние и внешние факторы. В ряде таких отраслей (например, на транспорте, в химии) это стоимость топлива, которая обычно зависит от цены на нефть. Так, в гражданской авиации, важнейший фактор, существенно влияющий на показатели рынка пассажироперевозок в последние годы (начиная с 2004 г.), связан со стремительным ростом цен на нефть и, соответственно, на реактивное топливо и авиационный бензин. Так, затраты на авиационное топливо являются в настоящее время доминирующей статьёй операционных затрат как в США, так и в России. Однако, если в США

их доля составляет 20-30%, то в российских авиакомпаниях на них уже приходится в среднем около 50% операционных издержек [3].

В связи с рядом общих проблем, стоящих перед российскими и зарубежными потребителями высокотехнологичной продукции с длительным жизненным циклом, представляет интерес исследование перспектив развития родственных отраслей высокоразвитых зарубежных стран. Такой анализ тем более актуален, что ряд отечественных компаний превратился в участников международных альянсов и мировых рынков (например, авиакомпания "Аэрофлот", вошедшая в альянс "Sky Team"; авиакомпания "КрасЭйр", поглотившая венгерскую компанию "Malev", члена альянса "OneWorld"). Особый интерес представляет рынок пассажирских авиаперевозок США, располагающих наиболее развитым воздушным транспортом. Несмотря на существенную разницу в масштабах авиаперевозок, в России и в США имеет место высокий уровень концентрации производства в небольшом числе авиакомпаний [4] (рис. 1, 2).

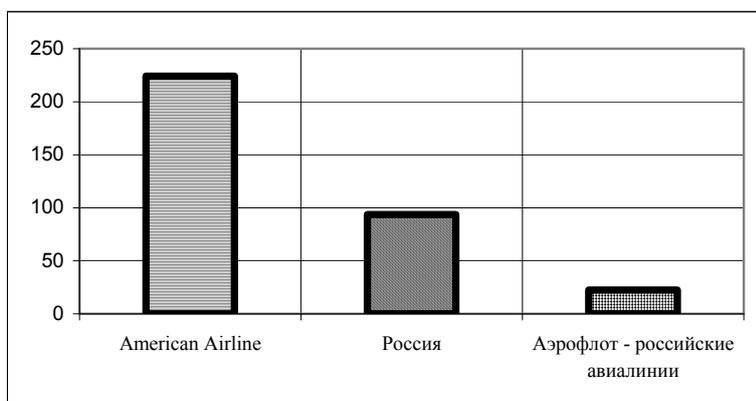


Рис.1. Пассажирооборот крупнейших авиакомпаний России и США (млрд. пассажиро-км)

Для проведения экономического анализа перспектив развития воздушного транспорта могут быть использованы 2 подхода: 1. основанный на построении и применении агрегированной модели отрасли, как единого целого; 2. основанный на построении и применении модели рационального поведения участников олигополии. В рамках первого подхода, на основе экстраполяции сложившихся связей между экономическими переменными могут быть получены лишь грубые оценки показателей работы транспорта, в частности, спроса на новую технику. Второй подход, используемый в настоящей работе, позволяет получить более обоснованные оценки, основанные на учете возможных стратегий участников рынка и реальных рыночных процессов.

В работе проведено исследование перспектив развития рынка авиапассажироперевозок США, в ходе которого построены сценарии изменения ключевых показателей рынка (рыночной структуры, пассажирооборота, самолетного парка), а также оценены масштабы влияния цен на топливо на развитие рынка.

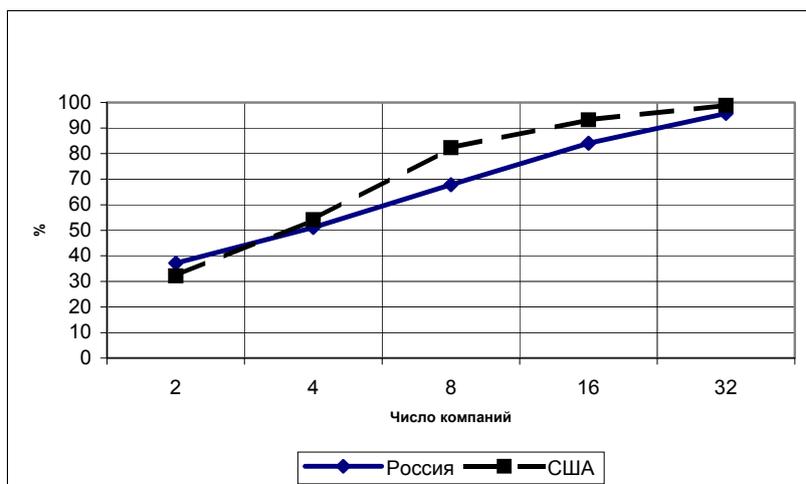


Рис.2. Доля крупнейших авиакомпаний России и США в пассажирообороте, (%)

Краткая характеристика используемой модели. Разработана агрегированная динамическая модель рационального поведения участников олигополии в виде динамической игры по Нэшу, в которой участвуют N фирм-олигополистов [5,6] и остальные фирмы, являющиеся ценополучателями.

Центральным блоком модели является следующая зависимость, связывающая объемы производства Q_{it} со входной переменной u_{it} (вводом мощностей), i - индекс фирмы, $i = 1, 2, \dots, N$:

$$Q_{it} = W_i(z) u_{it} = \frac{B_i(z)}{A_i(z)} u_{it}, \quad (1)$$

где $W_i(z) = B_i(z)/A_i(z)$ – передаточная функция, причем $A_i(z)$, $B_i(z)$ - полиномы относительно переменной z , представляющей собой оператор сдвига: $zx_t = x_{t+1}$:

$$A_i(z) = \sum_{k=0}^n a_{ik}z^k, B_i(z) = \sum_{j=0}^m b_{ij}z^j, m \leq n, \quad (2)$$

Другой блок модели – обратная функция (оператор) спроса. В модели предполагается баланс суммарных спроса D_t и предложения Q_t , т.е. $D_t = Q_t = \sum_{i=1}^N Q_{it} + Q_{Ft}$ и линейная зависимость цены на рынке от объема спроса:

$$p_t = a - bD_t + d\xi_t = a - bQ_t + d\xi_t, \quad (3)$$

где ξ_t - экзогенная переменная (например, темп прироста ВВП), Q_{Ft} - суммарный объем производства малых компаний-ценополучателей, a, b, d , – параметры.

Предполагается, что олигополисты используют скользящее планирование и максимизируют чистую текущую стоимость (NPV):

$$J_{\tau i} = \sum_{t=\tau}^{\tau+T_p} \beta_i^t [(p_t - c_i)Q_{it} - q_i u_{it} - \frac{1}{2} \rho_i u_{it}^2] \rightarrow \max_{u_{it}} \quad (4)$$

где: $\beta_i = 1/(1+r_i)$ - дисконтирующий множитель, соответствующий ставке дисконтирования r_i ; p_t - цена промежуточной продукции; c_i - средние производственные издержки (без амортизации); q_i - стоимость единицы мощностей; $\frac{1}{2} \rho_i u_{it}^2$ - затраты регулирования (adjustment costs), [5,7]; $i = 1, 2 \dots N$ (для упрощения расчетов ставки налогов приняты равными нулю), T_p - период скользящего планирования. Управляющими переменными в модели являются вводы мощностей u_{it} , $i = 1, 2 \dots N$.

Из необходимого условия экстремума функционала (4) при $T_p \rightarrow \infty$, можно получить выражения для определения оптимальных по Нэшу разомкнутых (open-loop) стратегий [6]:

$$u_{it} = \frac{W_i((\beta z)^{-1})(p_t - c_i - bQ_{0it}) - q_i}{\rho_i + bW_i(z)W_i((\beta z)^{-1})}, \quad (5)$$

где цена p_t зависит от стратегий других участников рынка, Q_{0it} - объем производства при отсутствии инвестиций, $i = 1, 2 \dots N$.

Из (5) следует, что при $T_p \rightarrow \infty$ предельно допустимые затраты для вхождения компаний на рынок составляют:

$$P_{Li} = c_i + \frac{q_i}{W_i(1+r_i)}, \quad (6)$$

где $W_i(1+r_i)$ - функция аргумента $(1+r_i)$. По сути, оценки (5) представляют собой обобщение формулы приведенных затрат, широко использовавшейся в плановой практике в СССР. Очевидно, в установившемся режиме компании, имеющей наименьшую величину затрат p_{Li} , должна соответствовать наибольшая доля на рынке при прочих равных условиях (в данном случае при $\rho_i = \rho$, $W_i(z) = W(z)$) [5,6]. Как показывает практика, оценки (5) полезны при предварительном экономическом анализе поведения компаний на рынке, а также и в случае конечного периода скользящего планирования T_p , причем не только для разомкнутых (open-loop), но и для замкнутых (Markov perfect) стратегий.

Анализ влияния структуры рынка, а также цен на авиационное топливо на динамику показателей рынка. На основе построенной автором эконометрической модели, являющейся частным видом предложенной модели (1)-(4), исследовалось влияние структуры рынка и цен на авиационное топливо на динамику стоимости и объема пассажирооборота, а также потребность в парке самолетов для 7 крупнейших авиакомпаний США (AA, CO, DL, NW, WN, UA, US)ⁱ для периода 2007-2015 гг. [8]. В соотношении (1) построенной модели Q_{it} представляет собой объем пассажироперевозок, а входная переменная u_{it} - прирост числа самолетов, приведенного по потенциально возможному объему пассажироперевозок к усредненной модели самолета Боинг-737. Построенные передаточные функции для крупнейших авиакомпаний США имеют вид:

$$W_i(z) = \frac{\mu_i z^2}{(z-1)(z-\lambda_i)}, \quad i=1, 2 \dots 7, \quad (1a)$$

ⁱ даны сокращенные названия авиакомпаний США.

В линейной обратной функции спроса (3) в качестве цены p_t выступает средняя выручка компаний в расчете на 1 пассажиро-милю (многочисленные вычисления автора показывают, что величины этого показателя для 7 крупнейших авиакомпаний практически совпадают), Q_{Ft} - суммарный объем пассажироперевозок малых авиакомпаний, а в качестве ξ_t – фиктивная (dummy) переменная.

В ходе исследования использовались оптимальные по Нэшу замкнутые (Markov perfect) стратегии. Их определение проводилось с помощью компьютерного моделирования, включавшего в себя в качестве одного из этапов нахождение решений матричных уравнений, в том числе расширенных уравнений типа Риккати [9].

Влияние цен на топливо на показатели транспорта. Как показывают расчеты на среднесрочную перспективу (2007-2015 гг.), при сохранении цен на сырую нефть и авиационный керосин на уровне 2006 г. (соответственно 70-80 долл./баррель и более 200 центов/галлон реактивного топлива) и сложившихся к началу 2007 г. тарифов на авиабилеты, авиакомпаниям не выгодно наращивать объемы пассажирооборота и увеличивать парк самолетов (рис. 3-4).

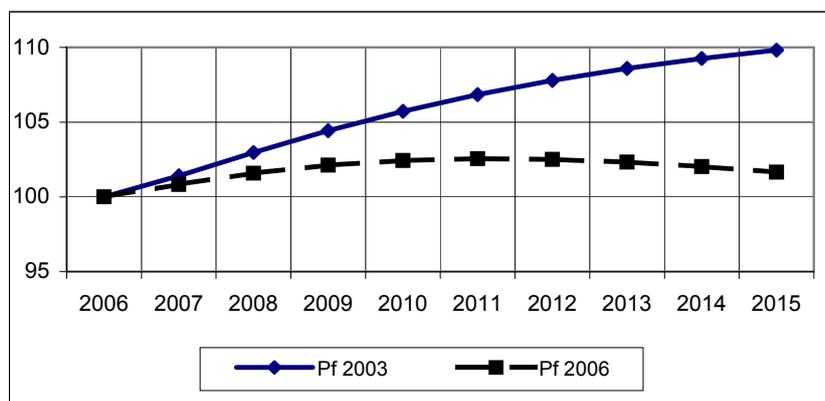


Рис.3. Возможная динамика пассажирооборота в воздушном транспорте США при сохранении тарифов и различных ценах на топливо Pf (2006=100).

Лишь при ощутимом сдвиге вправо кривой обратного спроса, описываемой уравнением (3), (т.е. при увеличении величины параметра "a" в (3)) и снижении цены на топливо до уровня 2003 г. у крупнейших компаний могут появиться стимулы повышать эти показатели. При увеличении величины параметра "a" на 13% (по нашим расчетам это приводит к увеличению средних за рассматриваемый период тарифов на пассажироперевозки на 20 %) и снижении в 2 раза цены на авиационное топливо относительно базовых уровней, компаниям может быть выгодно увеличивать объем пассажирооборота со среднегодовым темпом 0.8%, а парк самолетов - со среднегодовым темпом 0.6% (рис. 5-6).

Справедливость полученных результатов подтверждается стабильным ростом тарифов на пассажирские авиаперевозки в США, ставшим особенно заметным со второй половины 2007 г. на международных направлениях, а также намерением руководства некоторых компаний замедлить в текущем году намечавшийся ранее рост провозных мощностей или даже уменьшить их [10].

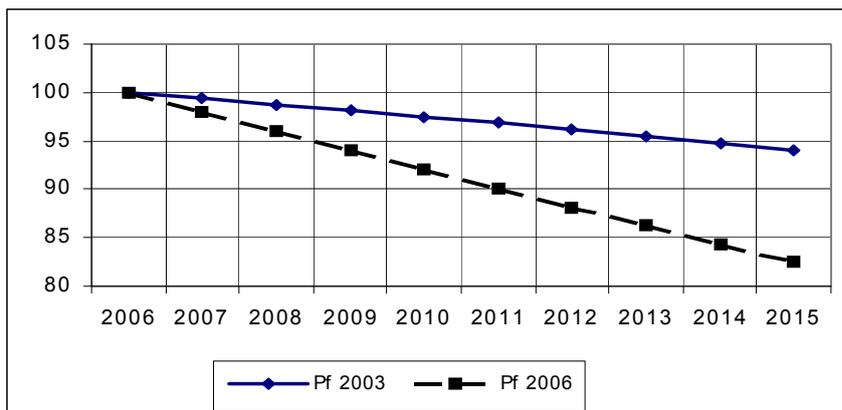


Рис.4. Возможная динамика парка пассажирских самолетов 7 крупнейших авиакомпаний США при сохранении тарифов и различных ценах на топливо Pf (2006=100).

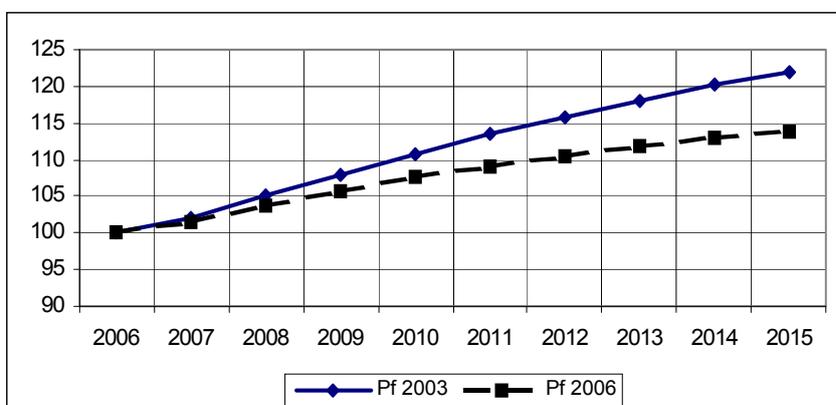


Рис.5. Возможная динамика пассажирооборота в воздушном транспорте США при увеличении тарифов на 20% и различных ценах на топливо Pf (2006=100).

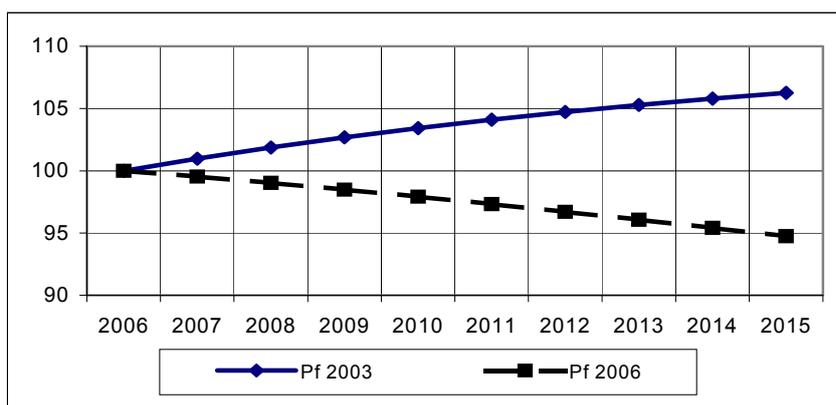


Рис.6. Возможная динамика парка пассажирских самолетов 7 крупнейших авиакомпаний США при росте тарифов на 20% и различных ценах на топливо Pf (2006=100)

Влияние лимитирующих цен на рыночную структуру. Лимитирующие цены p_{Li} , определяемые по формуле (6), являются достаточно надежным индикатором изменения рыночной структуры. Так, расчеты показывают, что, например, в сценарии со-

хранения цен на топливо на уровне 2006 г. и при увеличении параметра “а” в обратной функции спроса на 13%, внутри группы из 7 крупнейших авиакомпаний следует ожидать понижения рыночных долей компаний с наибольшими уровнями лимитирующей цены p_L на пассажиро-милю (табл. 1, 2).

Таблица 1. Лимитирующие цены (PL) 7 крупнейших авиакомпаний США (авиакомпания WN=100)

WN	US	CO	AA	NW	UA	DL
100	101,1	104,2	106,8	112,3	112,4	120,9

Таблица 2. Прогнозируемая рыночная доля 7 крупнейших авиакомпаний США (по пассажирообороту) при росте тарифов на 20% и цене на топливо на уровне 2006 г.,(%)

Год	WN	US	CO	AA	NW	UA	DL
2006	10,7%	9,6%	12,0%	22,0%	11,5%	18,5%	15,6%
2007	11,1%	9,6%	11,8%	23,3%	11,3%	18,1%	14,9%
2008	11,4%	9,6%	11,6%	24,1%	11,2%	17,8%	14,4%
2009	11,6%	9,7%	11,5%	24,7%	11,0%	17,6%	14,0%
2010	11,8%	9,7%	11,4%	25,1%	10,8%	17,5%	13,6%
2011	12,0%	9,8%	11,4%	25,3%	10,7%	17,4%	13,3%
2012	12,2%	9,9%	11,4%	25,5%	10,5%	17,4%	13,0%
2013	12,4%	10,0%	11,4%	25,7%	10,4%	17,5%	12,7%
2014	12,5%	10,1%	11,4%	25,8%	10,3%	17,5%	12,4%
2015	12,6%	10,1%	11,4%	25,8%	10,2%	17,6%	12,2%

Наиболее заметно может повыситься рыночная доля авиакомпании WN (с 10,7% до 12,6%, или почти на 20%). Существенное повышение доли компании AA с большими, чем у WN уровнями лимитирующей цены может быть объяснено более низким значением коэффициента p_1 в затратах регулирования (он определяется путем нелинейного оценивания по формуле (5)). В то же время суммарная доля авиакомпаний с максимальными значениями лимитирующей цены (NW, UA, DL) по расчетам должна уменьшиться с 45,6% до 40%. В целом в рассматриваемом сценарии рыночная доля 7 крупнейших авиакомпаний может уменьшиться с 79% в 2006 г. до 69% в 2015 г.

Недостаточная конкурентоспособность ряда крупнейших американских авиакомпаний заставляет их инициировать проекты слияния и поглощения. Так, во второй половине 2007 г. высшим менеджментом компаний рассматривались проекты слияния в одну компанию компаний CO, NW, UA, а в другую - компаний DL и US. В настоящее время в стадии согласования находится вопрос об объединении DL и NW.

Влияние слияний компаний на рыночную структуру. Уменьшение числа компаний до 4 за счет слияния в одну компанию компаний CO, NW, UA, а в другую - компаний DL и US, может привести к некоторому снижению рыночной доли объединения из 2 старых (AA, WN) и 2 новых компаний. В этом случае, как показывают наши расчеты, крупнейшие авиакомпании могут быть ориентированы на рост парка самолетов при

снижении цен на топливо в 1.8-2 раза и при увеличении средних тарифов на пассажирооборот в среднем на 30% относительно существующего уровня.

Выводы. Разработанная агрегированная динамическая модель рационального поведения олигополистов-потребителей позволяет провести содержательное исследование сценариев развития отраслей-потребителей высокотехнологичной продукции с длительным жизненным циклом.

Проведенные на основе модели прогнозные расчеты позволяют оценить масштабы влияния рыночной структуры и цен на авиационное топливо на пассажирооборот и спрос на авиационную технику.

Следует ожидать усиления противодействия крупных авиастроительных компаний США, производящих гражданскую авиационную технику, росту или поддержанию на текущем уровне цен на нефть.

В связи с невысоким спросом на гражданскую авиационную технику в США, российским авиастроителям придется в перспективе столкнуться с ещё более острой конкуренцией на внутреннем рынке.

С целью недопущения роста и без того высоких тарифов на авиационном транспорте, необходимо рассмотреть вопрос о временном введении в нашей стране государственного регулирования цен на авиационное топливо в периоды резкого возрастания цен на нефть.

Работа подготовлена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда (проект № 07-02-00163а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Промышленный вестник, 2007, № 2, с. 34.
2. Российский статистический ежегодник, 2006, с. 493; BusinessWeek Россия, 12 марта 2007 г., с. 26.
3. Попова С. «Эффект обратного клапана»/Гражданская авиация, 2008, № 1, с. 3-7.
4. Гражданская авиация в России. 2007: Стат.сб./ Росстат - М., 2007.
5. Варшавский Л.Е. Исследование инвестиционных стратегий фирм на рынках капиталов и наукоемкой продукции (производственные мощности, цены, технологические изменения). – М.: ЦЭМИ РАН, 2003
6. Варшавский Л.Е. Методологические основы моделирования инвестиционного поведения промышленных фирм//Теория и практика институциональных преобразований в России/Под ред. Ерзнкяна Б.Г. М.:ЦЭМИ РАН, 2004, вып. 3, с. 70-96.
7. Gordon S. Costs of Adjustment, the Aggregation problem and Investment// The Review of Economics and Statistics, 1992, v.74, No3, pp. 422-429.
8. Варшавский Л.Е. Моделирование рационального поведения потребителей высокотехнологичной продукции с длительным жизненным циклом. Труды 30-ой юбилейной Международной научной школы-семинара имени академика С.С. Шаталина «Системное моделирование социально - экономических процессов», 27сентября по 1 октября 2007 г., г. Руза. Изд.-полиграфич. Центр Воронежского государственного университета, 2007, Ч. 1, с. 53-57.
9. Basar T., Olsder G.J. Dynamic Noncooperative Game Theory. Academic Press, London/New York, 1995.
10. Air Transport World, January 2008, p.24.

MODELING DEVELOPMENT OF INDUSTRIES-CONSUMERS OF HIGH TECHNOLOGY PRODUCTS: A STUDY OF THE US AIR PASSENGER TRAFFIC

Varshavsky L. E.

The study of the middle range prospects of the US passenger traffic is carried out on the basis of the constructed econometric model of oligopoly in airline industry. Scenarios of change of the key indicators of the market (market structure, revenue passenger miles, aircraft fleet, etc.) are built. Influence of jet fuel prices on the future of the industry is analyzed