

8. Commercial space market. Retrieved from: <http://ecoruspace.me/Коммерческий%20космический%20рынок.html> (accessed: 08.04.2015) [in Russian].

9. State Program of the Russian Federation «Space activities of Russia in 2013 – 2020», approved by the Decree of the Government of the Russian Federation dated December 28, 2012 № 2594-р. Retrieved from: <http://www.federalspace.ru/115/> (accessed: 21.03.2015) [in Russian].

10. Krylov A. Comparative analysis of space activities in Russia, China and India. Retrieved from: http://arhidoka.ru/files/2011/12/akd_rki.pdf (accessed: 14.04. 2015) [in Russian].

11. Bauer V.P., Kovkow J.W., Moscovsky A.M, Senchagov V.K. Condition and mechanisms of development of rocket and space industry of Russia. M., Institut ekonomiki RAN, 2012, 54 p. [in Russian].

*V.M. Duplyakin**

ASYNCHRONOUS HARMONIC ANALYSIS OF DYNAMICS OF INDUSTRIAL PRODUCTION AND AEROSPACE INDUSTRY IN THE RUSSIAN FEDERATION

In the published article mathematical models of dynamics of industrial production and aerospace industry of the Russian Federation, built on the basis of asynchronous harmonic analysis are suggested. We consider a retrospective of development of space rocket complex. Using the constructed models forecasts for 2015 and 2016, which are compared with the data of the Ministry of Economic Development and the World Bank for Development are received.

Key words: asynchronous harmonic analysis, dynamics of industrial production, dynamics of aerospace industry, Russian Federation.

Статья поступила в редакцию 23/VIII/2015.
The article received 23/VIII/2015.

* *Duplyakin Vyacheslav Mitrofanovich* (v.duplyakin@gmail.com), Department of Economics, Samara State Aerospace University, 34, Moskovskoe shosse, Samara, 443086, Russian Federation.

Иванов Д.Ю., Засканов В.Г.

Моделирование конкурентной среды как совокупности взаимосвязанных моделей принятия решений по выбору оптимальных цен на рынке газотурбинных установок // Вестник Самарского государственного университета. Серия «Экономика и управление». 2015. № 9/2 (131). С. 227–236 227

УДК 338.5.018.7

Д.Ю. Иванов, В.Г. Засканов*

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНКУРЕНТНОЙ СРЕДЫ КАК СОВОКУПНОСТИ ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ МОДЕЛЕЙ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ВЫБОРУ ОПТИМАЛЬНЫХ ЦЕН НА РЫНКЕ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК

Определены значения цен на изделия для предприятий, каждое из которых придерживается разных стратегий на рынке ГТУ. Сформированы линии реакции участников рынка, характеризующие условия оптимальности выбора кооперативных стратегий.

Ключевые слова: конкурентные стратегии, надежность изделия, моделирование конкурентной среды.

Рассмотрим рыночную ситуацию, в которой первое предприятие выбирает конкурентную стратегию по критерию максимизации объема производства изделий в стоимостном выражении (R_1), а второе предприятие выбирает конкурентную стратегию по критерию максимизации прибыли (Pr_2). Модель конкурентной среды в этой ситуации описывается следующей совокупностью моделей принятия решений:

$$\begin{cases} R_1(p) = \sum_h^n p_{ih} q_{ih} (p_{ih} p_{-ih}) \rightarrow \max, \\ q_1(p) = q_0 - a_1 p_1 + k_1 p_2, \\ q_2(p) = q_0 - a_2 p_2 + k_2 p_1, \\ Pr_2 = p_2 q_2(p) - c_2 q_2(p) - c_{02} \rightarrow \max. \end{cases} \quad (1)$$

где c_2 и c_{02} – предельные и постоянные затраты соответственно.

В результате решения взаимосвязанной системы моделей принятия решений (1) сформирована следующая система уравнений для линий реакций каждого предприятия на выбранную стратегию конкурентом при равенстве нулю предположительных вариаций по ценам изделий:

$$\begin{cases} p_1^* = \frac{q_0 + k_1 p_2^*}{2a_1} \\ p_2^* = \frac{q_0 + a_2 c_2 + k_2 p_1^*}{2a_2} \end{cases} \quad (2)$$

Решая систему уравнений (2) относительно оптимальных цен, получим следующие их равновесные значения для каждого предприятия:

* © Иванов Д.Ю., Засканов В.Г., 2015

Иванов Дмитрий Юрьевич (ssau_ivanov@mail.ru), Засканов Виктор Гаврилович (ssau_ivanov@mail.ru), кафедра организации производства, Самарский государственный аэрокосмический университет им. акад. С.П. Королева (национальный исследовательский университет), 443086, Российская Федерация, г. Самара, Московское шоссе, 34.

$$p_1^0 = \frac{q_0(2a_2 + k_1) + k_1 a_2 c_2}{4a_1 a_2 - k_1 k_2}, \quad (3)$$

$$p_2^0 = \frac{q_0(2a_1 + k_2) + 2a_1 a_2 c_2}{4a_1 a_2 - k_1 k_2}. \quad (4)$$

Таким образом, определены оптимальные значения цен для предприятий, выпускающих дифференцированные изделия, каждое из которых придерживается различных стратегий на рынке ГТУ: первое предприятие выбирает стратегию на основе критерия максимизации объема продаж изделий (стратегию Баумола), а второе предприятие ориентировано на критерий максимизации прибыли (стратегия Курно).

Графическое решение данной задачи представлено на рис. 1.

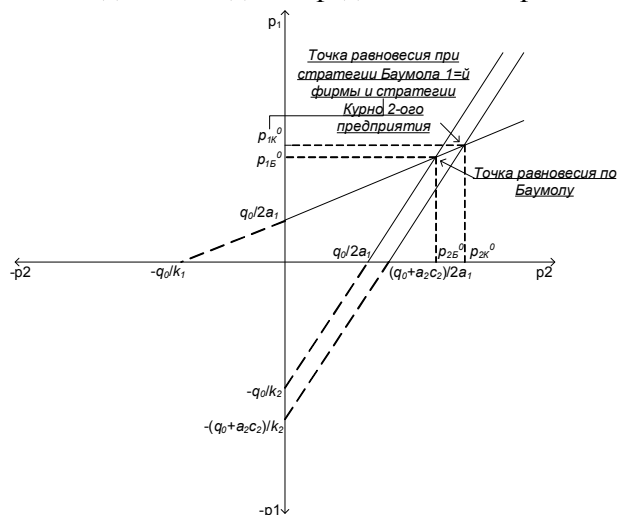


Рис. 1. Графическое решение задачи выбора равновесных по Баумола-Курно цен установок

Как следует из рис. 1, линия реакции по Баумолу и линия реакции по Курно параллельны друг другу и образуют две точки равновесия – равновесие по Баумолу и равновесие по Баумолу–Курно.

Аналогично, математическая модель принятия решений, учитывающая ситуации, когда первое предприятие выбирает стратегию по критерию максимизации прибыли (стратегию Курно), а второе предприятие выбирает стратегию Баумола, основанную на использовании критерия максимизации объема продаж. Эта ситуация основана на системе следующих уравнений:

$$\frac{\partial \Pi p_1(p)}{\partial p_1} = 0, \quad \frac{\partial R_2(p)}{\partial p_2} = 0.$$

Уравнения для определения равновесных цен можно получить заменой индексов «1» на «2» и наоборот в выражениях (3), (4):

$$p_1^0 = \frac{q_0(2a_2 + k_1) + 2a_1 a_2 c_1}{4a_1 a_2 - k_1 k_2},$$

$$p_2^0 = \frac{q_0(2a_1 + k_2) + k_2 a_1 c_1}{4a_1 a_2 - k_1 k_2}$$

На рис. 2 представлено графическое решение определения равновесных цен в ситуации, когда второе предприятие выбирает свою стратегию по критерию максимизации объема продаж, а первое по критерию максимизации прибыли.

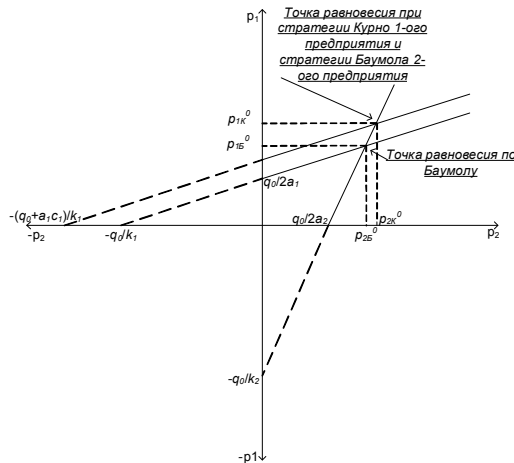


Рис. 2. Графическое решение задачи выбора равновесных цен по Баумола–Курно.

На рис. 2 показаны точки равновесия по Баумолу и Курно–Баумолу для первого предприятия в условиях ценовой конкуренции. Каждая равновесная точка определяется значениями параметров функции спроса на рынке ГТУ [1; 2].

Выбор кооперативных стратегий по критерию максимизации объема продаж в условиях дуополии

Модифицируем модель выбора конкурентных стратегий по критерию максимизации объема продаж путем включения кооперативных стратегий предприятий. Общую постановку задачи выбора объема продаж для кооперативных стратегий предприятий сформулируем следующим образом: при известных каждому предприятию функциях спроса на выпускаемые ими изделия определить оптимальное значение цен изделий, максимизирующих их общий объем стоимости выпуска изделий. Необходимое условие существования максимума общего объема стоимости выпуска изделия определяется из следующих равенств:

$$\begin{cases} \frac{\partial(R_1 + R_2)}{\partial p_1} = 0 \\ \frac{\partial(R_1 + R_2)}{\partial p_2} = 0 \end{cases} \quad (5)$$

Предположим, что спрос на продукцию первого и второго предприятия параметрически задан в виде линейных функций:

$$\begin{aligned} q_1(p) &= q_0 - a_1 p_1 + k_1 p_2, \\ q_2(p) &= q_0 - a_2 p_2 + k_2 p_1. \end{aligned} \quad (6)$$

Пусть выбор каждым предприятием цены не зависит от изменения цены предприятия-конкурента:

$$\frac{\partial p_2}{\partial p_1} = 0, \quad \frac{\partial p_1}{\partial p_2} = 0. \quad (7)$$

С учетом сделанных предположений определение оптимального решения задачи выбора цен сводится к вычислению частных производных критерия задачи принятия решения и последующему решению сформированной системы уравнений, характеризующих необходимые условия оптимальности.

Общий объем стоимости изделий равен:

$$R = R_1 + R_2 = p_1 q_1(p) + p_2 q_2(p) = p_1(q_0 - a_1 p_1 + k_1 p_2) + p_2(q_0 - a_2 p_2 + k_2 p_1). \quad (8)$$

Дифференцируя (8) по параметру p_i , получим:

$$\frac{\partial R}{\partial p_1} = \frac{\partial p_1}{\partial p_1} q_1(p) + p_1 \frac{\partial q_1}{\partial p_1} + q_2 \frac{\partial p_2}{\partial p_1} + p_2 \frac{\partial q_2}{\partial p_1} = q_1(p) + p_1 \frac{\partial q_1}{\partial p_1} + \quad (9)$$

$$+ p_2 \frac{\partial q_2}{\partial p_1} = q_0 - 2a_1 p_1 + (k_1 + k_2) p_2 = 0.$$

Из уравнения (9) определяем зависимость оптимальной цены изделия первого предприятия от выбранной цены выпуска изделия предприятием-конкурентом:

$$p_1^* = \frac{q_0}{2a_1} + \frac{k_2 + k_1}{2a_1} p_2^*. \quad (10)$$

Как следует из (10), линии реакции первого предприятия на стратегию второго предприятия зависят не только от параметров его функции спроса, но и от параметров функции спроса второго участника. Если проделать аналогичные выкладки со вторым уравнением системы (5), то получим зависимость для оптимальной цены установки для второго предприятия:

$$p_2^* = \frac{q_0}{2a_2} + \frac{k_2 + k_1}{2a_2} p_1^*. \quad (11)$$

Таким образом, система (5), характеризующая необходимые условия оптимальности выбора конкурентных стратегий, имеет следующий вид:

$$\begin{cases} p_1^* = \frac{q_0}{2a_1} + \frac{k_2 + k_1}{2a_1} p_2^*, \\ p_2^* = \frac{q_0}{2a_2} + \frac{k_1 + k_2}{2a_2} p_1^*. \end{cases} \quad (12)$$

Решая систему уравнений (12), определим значения цен p_1^0 и p_2^0 , характеризующие кооперативное равновесие для линейных функций спроса:

$$\begin{aligned} p_1^0 &= \frac{(2a_2 + k_1 + k_2)q_0}{4a_1 a_2 - (k_1 + k_2)^2}, \\ p_2^0 &= \frac{(2a_1 + k_1 + k_2)q_0}{4a_1 a_2 - (k_1 + k_2)^2}. \end{aligned} \quad (13)$$

Из полученных равновесных значений цен изделий следует, что решение существует, и оно является устойчивым, если выполняются следующие неравенства:

$$4a_1 a_2 - (k_1 + k_2)^2 > 0 \text{ или } \{2a_1 > (k_1 + k_2)\} \wedge \{2a_2 > (k_1 + k_2)\}. \quad (14)$$

Полученное неравенство (14) представляет собой параметрическое условие устойчивости конкурентной среды на рынке ГТУ.

При известных равновесных ценах изделий равновесные объемы продаж предприятий равны:

$$q_1^0 = q_0 - a_1 p_1^0 + k_1 p_2^0 = q_0 - \frac{(2a_2 + k_1 + k_2)q_0}{4a_1 a_2 - (k_1 + k_2)^2} + \frac{k_1(2a_1 + k_1 + k_2)q_0}{4a_1 a_2 - (k_1 + k_2)^2} =$$

$$= \frac{q_0 [2a_1(a_2 + k_1) - (k_1 + k_2)(k_2 + a_1)]}{4a_1 a_2 - (k_1 + k_2)^2}$$

$$q_2^0 = \frac{q_0 [2a_2(a_1 + k_2) - (k_1 + k_2)(k_1 + a_2)]}{4a_1 a_2 - (k_1 + k_2)^2}$$

Из полученных уравнений для равновесных объемов изделий следует, что при равенстве изменения скоростей уменьшения $\Delta a = a_1 - a_2$ и увеличения $\Delta k = k_1 - k_2$ объемов спроса

$$\Delta a = \Delta k, \quad (15)$$

для существования параметрически устойчивого решения необходимым и достаточным условием является выполнение одновременно следующих неравенств:

$$\{2a_1 > (k_1 + k_2)\} \{2a_2 > (k_1 + k_2)\}. \quad (16)$$

Найденные значения равновесных цен и объемов изделий позволяют определить значение объемов продаж в точке равновесия для каждого предприятия:

$$R_1^0 = \frac{q_0^2 (2a_1(a_2 + k_1) - (k_1 + k_2)(k_2 + a_1))(2a_2 + k_1 + k_2)}{((4a_1 a_2 - (k_1 + k_2)^2)^2)}, \quad (17)$$

$$R_2^0 = \frac{q_0^2 (2a_2(a_1 + k_2) - (k_1 + k_2)(k_1 + a_2))(2a_1 + k_1 + k_2)}{((4a_1 a_2 - (k_1 + k_2)^2)^2)}.$$

Модель, включающая стратегию Баумола и кооперативную стратегию, выбираемую по критерию максимизации объема продаж установок, названа расширенной линейной моделью дуополии Баумола. Полученные оптимальные равновесные решения для расширенной модели позволяют определить требования к параметрам функции спроса, реализации которых обеспечивает сохранение конкурентной среды на рынке ГТУ.

На рис. 3 представлено графическое решение определения равновесных кооперативных стратегий при максимизации объема продаж изделий. Для сравнения равновесных состояний приведены линии реакции каждого предприятия при реализации кооперативной стратегии и линии реакции при реализации стратегии Баумола. Как следует из рис. 3, точка равновесия при кооперативной стратегии расположена правее и выше, чем точка равновесия по Баумолу. Это означает, что от реализации кооперативной стратегии выигрывают оба предприятия.

Полученные результаты проиллюстрируем на числовом примере выбора стоимости установок предприятиями при реализации кооперативной стратегии. В результате обработки статистических данных определены следующие параметры функции спроса на изделия первого и второго предприятия [1; 3].

$q_{01} = q_{02} = q_0 = 5$ – емкость рынка установок; $a_1 = 0,04 \cdot 10^{-6}$ шт./руб.; $a_2 = 0,03 \cdot 10^{-6}$ шт./руб.; $k_1 = 0,01 \cdot 10^{-6}$ шт./руб.; $k_2 = 0,007 \cdot 10^{-6}$ шт./руб. – коэффициенты чувствительности объема спроса к цене у первого и второго предприятия.

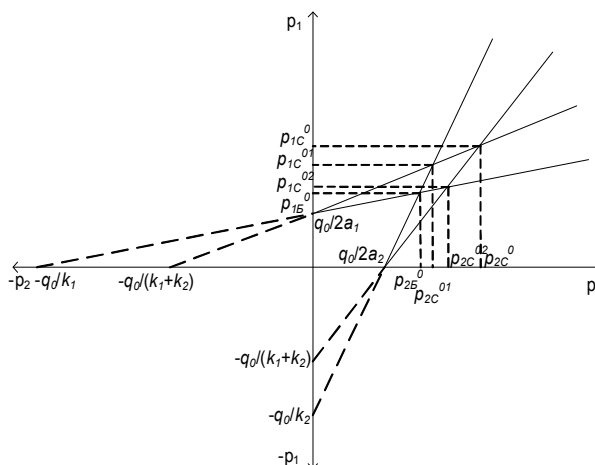


Рис. 3. Графическое решение определения равновесных кооперативных стратегий при максимизации объема продаж

Тогда функции спроса на пусковые услуги первого и второго предприятия будут иметь вид:

$$q_1(p) = q_0 - a_1 p_1 + k_1 p_2 = 5 - 0,04 \cdot 10^{-6} p_1 + 0,01 \cdot 10^{-6} p_2;$$

$$q_2(p) = q_0 - a_2 p_2 + k_2 p_1 = 5 - 0,03 \cdot 10^{-6} p_2 + 0,007 \cdot 10^{-6} p_1.$$

При известных функциях спроса модели задач выбора оптимальных стоимости выпуска каждым участником рынка имеют вид:

$$\begin{aligned} R &= R_{11} + R_2 = p_1 q_1(p) + p_2 q_2(p) = \\ &= p_1(5 - 0,04 \cdot 10^{-6} p_1 + 0,01 \cdot 10^{-6} p_2) + p_2(5 - 0,03 \cdot 10^{-6} p_2 + 0,007 \cdot 10^{-6} p_1) \rightarrow \text{max по } p_1. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R &= R_{11} + R_2 = p_1 q_1(p) + p_2 q_2(p) = \\ &= p_1(5 - 0,04 \cdot 10^{-6} p_1 + 0,01 \cdot 10^{-6} p_2) + p_2(5 - 0,03 \cdot 10^{-6} p_2 + 0,007 \cdot 10^{-6} p_1) \rightarrow \text{max по } p_2 \end{aligned}$$

В результате решения задач получена следующая система необходимых условий оптимальности цен установок при реализации кооперативных стратегий:

$$\begin{aligned} \frac{\partial R}{\partial p_1} &= 5 - 0,4 \cdot 10^{-7} p_1 + 0,3 \cdot 10^{-7} p_2 - 0,4 \cdot 10^{-7} p_1 + 0,7 \cdot 10^{-8} p_2 = \\ &= 5 - 0,8 \cdot 10^{-7} p_1 + 0,73 \cdot 10^{-8} p_2 = 0 \end{aligned}$$

$$p_1^* = \frac{5}{0,8 \cdot 10^{-7}} + \frac{0,73 \cdot 10^{-8}}{0,8 \cdot 10^{-7}} p_2 = 6,25 \cdot 10^7 + 0,91 \cdot 10^{-1} p_2$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial R}{\partial p_2} &= 5 - 0,3 \cdot 10^{-7} p_2 + 0,7 \cdot 10^{-8} p_1 - 0,3 \cdot 10^{-7} p_2 + 0,3 \cdot 10^{-8} p_1 = \\ &= 5 - 0,6 \cdot 10^{-7} p_2 + 0,73 \cdot 10^{-8} p_1 = 0 \end{aligned}$$

$$p_2^* = \frac{5}{0,6 \cdot 10^{-7}} + \frac{0,73 \cdot 10^{-8}}{0,6 \cdot 10^{-7}} p_1 = 8,33 \cdot 10^7 + 1,22 \cdot 10^{-1} p_1$$

$$= \frac{5}{0,6 \cdot 10^{-7}} + \frac{0,73 \cdot 10^{-8}}{0,6 \cdot 10^{-7}} p_1 = 8,33 \cdot 10^7 + 1,22 \cdot 10^{-1} p_1$$

$$\begin{cases} p_1^*(p_2) = 6,25 \cdot 10^7 + 0,91 \cdot 10^{-1} p_2 \\ p_2^*(p_1) = 8,33 \cdot 10^7 + 1,22 \cdot 10^{-1} p_1 \end{cases}$$

Определим равновесные цены p_1^0 и p_2^0 :

$$\begin{aligned} p_1^0 &= \frac{(2a_2 + k_1 + k_2)q_0}{4a_1a_2 - (k_1 + k_2)^2} = \\ &= \frac{(2 \cdot 0,03 + 0,01 + 0,007) \cdot 10^{-6} \cdot 5}{4 \cdot 0,04 \cdot 0,03 \cdot 10^{-12} - (0,01 \cdot 10^{-6} + 0,007 \cdot 10^{-6})^2} = \\ &= 66,04 \cdot 10^6 \text{ руб / шт.} \\ p_2^0 &= \frac{(2a_1 + k_1 + k_2)q_0}{4a_1a_2 - (k_1 + k_2)^2} = \\ &= \frac{(2 \cdot 0,04 + 0,01 + 0,007) \cdot 10^{-6} \cdot 5}{4 \cdot 0,04 \cdot 0,03 \cdot 10^{-12} - (0,01 \cdot 10^{-6} + 0,007 \cdot 10^{-6})^2} = 83,19 \cdot 10^6 \text{ руб / шт} \end{aligned}$$

Подставляя равновесные цены в функции спроса, получим следующие равновесные значения объема выпуска изделий для каждого предприятия:

$$q_1^0(p) = q_0 - a_1 p_1 + k_1 p_2 = 5 - 0,04 \cdot 10^{-6} \cdot 66,4 \cdot 10^6 + 0,01 \cdot 10^{-6} \cdot 83,19 \cdot 10^6 = 3,18 \text{ шт},$$

$$q_2^0(p) = q_0 - a_2 p_2 + k_2 p_1 = 5 - 0,03 \cdot 10^{-6} \cdot 83,19 \cdot 10^6 + 0,007 \cdot 10^{-6} \cdot 66,4 \cdot 10^6 = 2,94 \text{ шт}$$

Равновесные значения стоимости объема продаж равны:

$$R_1^0 = p_1^0 q_1^0 = 66,4 \cdot 10^6 \cdot 2 = 211,15 \cdot 10^6 \text{ руб},$$

$$R_2^0 = p_2^0 q_2^0 = 83,19 \cdot 10^6 \cdot 2,94 = 244,58 \cdot 10^6 \text{ руб}.$$

Из полученных результатов следует, что высокая равновесная цена у второго предприятия снизилась в соответствии с его функцией спроса, соответственно, изменился и выпуск изделий по сравнению с количеством выпуска первого предприятия. Однако это не привело к снижению стоимости изделий у предприятия. Таким образом, второе предприятие в точке равновесия Баумола при реализации кооперативных стратегий обеспечивает себе более эффективный результат с позиции критерия максимизации стоимости установок. Следует также отметить, что условия устойчивости равновесного решения выполняются, то есть параметры функций спроса для каждого участника рынка ГТУ обеспечивают устойчивость конкурентной среды.

Сравнение стратегии Баумола и кооперативной стратегии

Для сравнения эффективности стратегий, выбираемых предприятиями по критерию максимизации объема продаж (стратегия Баумола), и кооперативной стратегии предположим, что скорости уменьшения спроса на установки a_1 и a_2 , а также скорости увеличения спроса k_1 и k_2 равны между собой, то есть

$$a_1 = a_2 = a, \quad k_1 = k_2 = k. \quad (18)$$

Сравним значения равновесных цен для предприятий при реализации стратегии Баумола и кооперативной стратегии, определяемых по критерию максимизации

ции стоимости ГТУ. С учетом (18) равновесные по Баумолу цены в соответствии с уравнениями (13) определяются из равенств:

$$p_1^0 = p_2^0 = \frac{q_0}{2a - 2k}.$$

Равновесные цены при реализации кооперативных стратегий, выбираемых при максимизации объема продаж в соответствии с уравнениями (15) и (16) с учетом (18), равны:

$$p_1^0 = p_2^0 = \frac{q_0}{2(a - k)}.$$

Сравнивая значения равновесных цен для кооперативной стратегии и стратегии Баумола, можно сделать вывод, что равновесные цены при выборе кооперативной стратегии выше равновесных по Баумолу цен. Это означает, что кооперативные стратегии эффективнее, чем реализация равновесных цен, выбираемых по стратегии Баумола. Вывод, полученный из сравнения стратегий, следует также и из графика на рис. 4.

Определим равновесное значение цен в рыночной ситуации, при которой предприятия выбирают различные стратегии на рынке ГТУ: первое предприятие берет стратегию Баумола, а второе предприятие – кооперативную стратегию, основанную на модели Баумола при использовании критерия максимизации суммарного объема продаж.

Необходимое условие существования максимума определяется из следующей системы:

$$\begin{cases} \frac{\partial R_1(p)}{\partial p_1} = 0 \\ \frac{\partial R(p)}{\partial p_2} = \frac{\partial(R_1 + \partial R_2)}{\partial p_2} = 0. \end{cases} \quad (19)$$

Из необходимых условий оптимальности сформируем следующую систему уравнений, каждое из которых характеризует линию реакции предприятия на выбранную стратегию конкурентом:

$$\begin{cases} p_1^* = \frac{q_0 + k_1 p_2^*}{2a_1}, \\ p_2^* = \frac{q_0}{2a_2} + \frac{k_1 + k_2}{2a_2} p_1^*. \end{cases} \quad (20)$$

Решая систему (20) относительно оптимальных цен, получим следующие значения цен установок в точке равновесия при различных стратегиях предприятий: первое предприятие выбирает стратегию Баумола, а второе – кооперативную стратегию:

$$p_1^0 = \frac{q_0(2a_2 + k_1)}{4a_1a_2 - k_1(k_1 + k_2)}, \quad (21)$$

$$p_2^0 = \frac{q_0(2a_1 + k_1 + k_2)}{4a_1a_2 - k_2(k_1 + k_2)}. \quad (22)$$

На рис. 4 и 5 приведено графическое решение задачи определения равновесных цен при различных стратегиях предприятий: на рис. 4 представлена равновесная цена по Баумолу первого предприятия и кооперативная стратегия, выбираемая

вторым предприятием, а на рис. 5 – кооперативная стратегия, выбираемая первым предприятием, и стратегия Баумола – второго предприятия.

Если первое предприятие выбирает кооперативную стратегию, а второе – стратегию Баумола, то равновесные значения цен можно получить заменой индексов «1» на «2» и наоборот в уравнениях (21), (22):

$$p_1^0 = \frac{q_0(2a_2 + k_1 + k_2)}{4a_1a_2 - k_2(k_1 + k_2)},$$

$$p_2^0 = \frac{q_0(2a_1 + k_2)}{4a_1a_2 - k_2(k_1 + k_2)}.$$

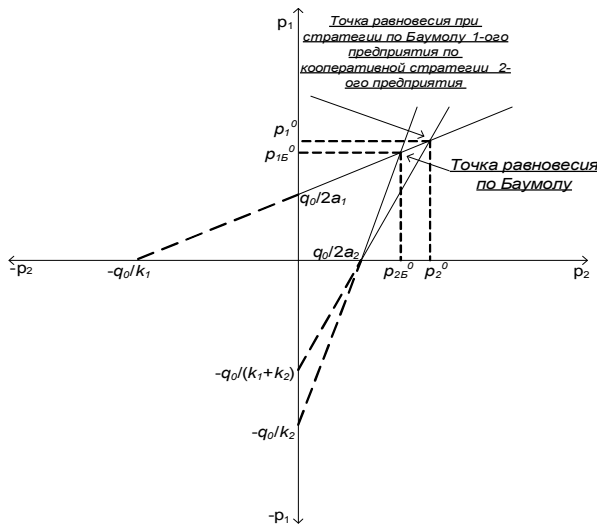


Рис. 4. Графическое решение задачи выбора равновесных цен при реализации стратегии Баумола первым предприятием и кооперативной стратегии – вторым

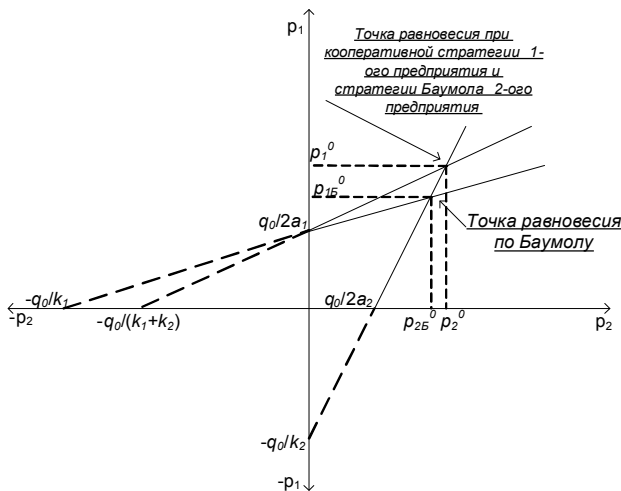


Рис. 5. Графическое решение задачи выбора равновесных цен при реализации кооперативной стратегии вторым предприятием и стратегии Баумола – первым предприятием

Как следует из рис. 4, 5, реализация равновесных стратегий при асимметричной информированности участников рынка ГТУ, когда один из них выбирает кооперативную стратегию, является выгодным для обоих предприятий, но в большей мере для предприятия, реализующего кооперативную стратегию.

Особенностью рынка ГТУ является то, что на выбор конкурентных стратегий большое влияние оказывает уровень надежности изделий.

Библиографический список

1. Клентак Л.С., Тюлевина Е.С., Гришанова А.Д. Моделирование взаимодействия предприятий в условиях глобализации. Методы, механизмы и стратегии. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013.
2. Губко М.В., Новиков Д.А. Теория игр в управлении организационными системами: монография. М.: ИНТЕГ, 2002. 148 с.
3. Богатырев В.Д. Модели механизмов взаимодействия в активных производственно-экономических системах. Самара: СНЦ РАН, 2003. 230 с.

References

1. Klentak L.S., Tyulevina E.S., Grishanova A.D. Modeling of interaction of enterprises in conditions of globalization. Methods, mechanisms and strategies. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013 [in Russian].
2. Gubko M.V., Novikov D.A. Game theory in the management of organizational systems: monograph. M., INTEG, 2002, 148 p. [in Russian].
3. Bogatyrev V.D. Models of mechanisms of interaction in active production and economic systems. Samara, SNTs RAN, 2003, 230 p. [in Russian].

*D.U. Ivanov, V.G. Zaskanov**

MODELLING OF COMPETITIVE ENVIRONMENT AS THE INTEGRATION OF INTERRELATED MODELS OF SELECTING OPTIMUM PRICES ON GAS TURBINE MARKET

Product prices for the companies adhering to different strategies on gas turbine market are defined. The paper formulates response patterns of market players characterizing the conditions of cooperative strategies optimum selection.

Key words: competitive strategies, product reliability.

Статья поступила в редакцию 22/IX/2015.
The article received 22/IX/2015.

* *Ivanov Dmitry Uryevich* (ssau_ivanov@mail.ru), *Zaskanov Viktor Gavrilovich* (ssau_ivanov@mail.ru), Department of Industrial Engineering, Samara State Aerospace University, 34, Moskovskoye shosse, Samara, 443086, Russian Federation.