**Гришанов Г.М., Засканов В.Г.**
*Методы организации конкурентных взаимодействий и формирование равновесных стратегий предприятиями по выбору объемов выпуска газотурбинных установок // Вестник Самарского государственного университета. Серия «Экономика и управление». 2015. № 9/2 (131). С. 204–211*


УДК 338.5.018.7

***Г.М. Гришанов, В.Г. Засканов****

# МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ КОНКУРЕНТНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ И ФОРМИРОВАНИЕ РАВНОВЕСНЫХ СТРАТЕГИЙ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ПО ВЫБОРУ ОБЪЕМОВ ВЫПУСКА ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК

Моделирование конкурентных взаимодействий сводится к определению равновесных состояний при заданных целевых функциях участников рынка и исследованию устойчивости выбираемых решений. Эта проблема решена в работе с использованием практических примеров; также обосновывается адекватность предлагаемых моделей.

***Ключевые слова***: конкурентные стратегии, уровень надежности изделия, функции спроса участников рынка.

Процессы глобализации приводят к тому, что на рынке ГТУ активизируется конкурентная борьба, которая выводит рынок из равновесия. Ситуация усложняется, если спрос на установки определяется надежностью и стоимостью ГТУ. Отсюда первоочередными становятся проблемы обеспечения эффективного функционирования предприятий двигателестроительной отрасли в условиях рынка через кооперирование и сотрудничество. В этой связи возникает проблема в моделировании конкурентной среды, определении конкурентной стратегии по выбору цен на изделия, их надежности, обеспечивающих эффективность и устойчивость рыночной среды. Эта проблема является актуальной для рынка ГТУ, которая не нашла пока в полной мере своего решения.

Моделирование конкурентных ситуаций сводится к определению равновесных состояний при заданных целевых функциях участников рынка и исследованию устойчивости выбираемых решений [1].

Основным продуктом деятельности двигателестроительного предприятия являются газотурбинные установки, сформируем модель задачи выбора цены установки на рынке ГТУ. В модели принятия решений управляемыми параметрами являются цены установок, выбираемые предприятием на основе тех или иных стратегий. Пусть на рынке ГТУ участвует «n» предприятий, выпускающих «m» типов двигателей, каждый их которых заинтересован в обеспечении максимального объема продаж при известных функциях спроса на выпускаемые изделия, определяемого из совокупности следующих моделей принятия решений:

$$R_i(p) = \sum_{h}^{n} p_{ih} q_{ih}(p_{ih} p_{-ih}) \to \max, \qquad (1)$$

$$q_{ih}(p_{ih}, p_{-ih}) = q_{0h} - a_{ih} p_{ih} + \sum_{j \neq i}^{n} k_{ijh} p_{jh}; i = 1, n; h = 1, m, \qquad (2)$$

где $q_{oh}$ – объем рынка $h$-го типа установки: $a_{ih} > 0$; $k_{ijh} > 0$; $i, j = 1, n$; $i \neq jh = 1, m$ – коэффициенты, характеризующие скорость убывания и возрастания функций

---



*Гришанов Геннадий Михайлович* (ssau_ivanov@mail.ru), кафедра экономики, *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.

спроса по каждому типу двигателя; $p_{ih},\ldots,p_{nh}, h = 1, m$ – цены изделий, $p_{ih}=(p_{1h},p_{2h},\ldots, p_{i-1,h},p_{i+1,h},\ldots p_{nh})$ – обстановка по цене $h$-го типа изделия для $i$-го производителя, $R_i(p)$ – величина продаж $i$-го предприятия по всей номенклатуре.

Модель задач принятия решения (1), (2) по выбору цен изделий предполагает систему ограничений, каждое уравнение которой характеризует функцию спроса (2).

Требования к функциям спроса $q_{ih}(p),\ i = 1,n$ представим в виде следующих неравенств:

$\dfrac{\partial q_{ih}}{\partial p_{ih}}<0;\quad \dfrac{\partial q_{ih}}{\partial p_{jh}}>0,\quad i,j = 1,2,\ i \neq j;\ h = 1,m,$ полученные неравенства означают, чем выше цена изделия, тем меньше на него спрос, и чем выше цена изделия у конкурента, тем этот спрос выше.

В результате решения задачи (1) и (2) по выбору оптимальных цен изделия сформирована следующая система уравнений относительно неизвестных цен изделий при условии равенства нулю предполагаемых вариаций:

$$\lambda = \frac{\partial q_{jh}}{\partial q_{ih}} = 0,\quad i,j = 1,n;\ i \neq j;\ h = 1,m;$$

$$p^*_{ih} - \frac{1}{2a_{ih}} \sum_{j \neq i}^{n} k_{ijh} p^*_{jh} = \frac{q_{0h}}{2a_{ih}};\ i = 1,n;\ h = 1,m\,. \qquad (3)$$

Каждое из уравнений системы (3) характеризует реакцию соответствующего предприятия на выбор цены двигателя конкурентами.

Определение оптимальных конкурентных стратегий по выбору значений цен изделий при известных параметрах функций спроса $q_{0h}$, $a_{ih}$, $k_{ijh}$ сводится к решению системы уравнений (3) и определению точки равновесия Нэша [2].

Совокупность равновесных значений цен двигателей определяется из следующей системы уравнений:

$$p^0_{ih} = \frac{D_{ih}}{D_h}, i = 1,n; h = 1,m, \qquad (4)$$

где $D_h$ – определитель левой части однородной системы уравнений (3), соответствующий $h$-му типу двигателя, $D_{ih}$ – определитель, полученный из матрицы $D_h$, с помощью замены элементов $i$-го столбца свободными членами уравнений (3).

Равновесные состояния, определенные по критерию максимизации объема продаж каждым участником рынка, названы равновесием по Баумолу, в отличие от равновесия Курно, определяемого по критерию максимизации прибыли.

Существование равновесного состояния по цене изделия, как следует из (4), является следствием выполнения следующих необходимых и достаточных условий:

$$\{(D_h > 0,\ h=1,m) \wedge (D_{ih} > 0,\ i=1,n; h=1,m)\} \vee \{(D_h < 0,\ h=1,m) \wedge (D_{ih} < 0,\ i=1,n,\ h=1,m)\}, \quad (5)$$

где $\wedge$ – знак соответствует логическому «и», $\vee$ – знак соответствует логическому «или».

Точка равновесия существует и является устойчивой, если определители $D_h$, $D_{ih}$, $i = 1,n;\ h = 1, m$; в каждом уравнении (4) или положительные, или отрицательные числа.

Решения уравнений (4), (5) по выбору конкурентных стратегий в условиях рынка, каждый участник которого производит несколько типов двигателей, можно проиллюстрировать на примере двух участников рынка – ОАО «Кузнецов» (предприятие 1) и «НПО «Сатурн» (предприятие 2), выпускающих неоднородные изделия.

Допустим, что известны функции спроса предприятий по производству изделий заданного типа:

$$q_1(p) = q_0 - a_1 p_1 + k_1 p_2, \tag{6}$$

$$q_2(p) = q_0 - a_2 p_2 + k_2 p_1. \tag{7}$$

где $q_1$ – объем спроса на изделие 1-го предприятия, $q_2$ – объем спроса на изделия 2-го предприятия, $q_0$ – объем рынка изделий, $p_1$ – цена изделия 1-го предприятия, $p_2$ – цена 2-го предприятия, $a_1$,$a_2$ – скорость убывания соответствующей функции спроса, $k_1$, $k_2$ – скорость возрастания соответствующей функции спроса.

Задача выбора цены изделий при определенных функциях спроса каждым предприятием по критерию максимизации их объема продаж будет иметь следующий вид:

$$\begin{aligned} &q_1(p) \to \max, \\ &q_1(p) = q_0 - a_1 p_1 + k_1 p_2, \end{aligned} \tag{8}$$

$$\begin{aligned} &q_2(p) \to \max, \\ &q_2(p) = q_0 - a_2 p_2 + k_2 p_1. \end{aligned} \tag{9}$$

Участники рынка могут взаимодействовать как в условиях полной информации участников о величине функции спроса, так и в условиях неопределенности одного участника на величину спроса конкурента.

Совокупность взаимосвязанных через функции спроса моделей принятия решений (8), (9) объясняют конкурентные взаимодействия двух предприятий на рынке ГТУ. Каждое предприятие определяет неотрицательные значения цен изделий $p_1$ и $p_2$ из условия независимой максимизации продаж. Для определения оптимальных равновесных цен предприятия необходимо рассчитать частные производные функций объема продаж и затем решить системы уравнений относительно уровня цен изделий. Так, необходимое условие оптимальности для первого предприятия можно представить в следующем виде:

$$\frac{\partial R_1}{\partial p_1} = \frac{\partial p_1}{\partial p_1}(q_0 - a_1 p_1 + k_1 p_2) + p_1 \frac{\partial q_1(p)}{\partial p_1} = q_0 - (2a_1 - k_1 \frac{\partial p_2}{\partial p_1}) p_1 + k_1 p_2 = 0, \tag{10}$$

где $\frac{\partial p_2}{\partial p_1}$ – разновидность, определяющая влияние изменения цены изделия первой фирмы на цену изделия второй фирмы.

Зависимость оптимальной цены изделия первой фирмы можно определить из уравнения (10)

$$p_1^*(p_2) = \frac{q_0 + k_1 p_2^*}{2a_1 - k_1 \dfrac{\partial p_2}{\partial p_1}}.$$

Аналогично получим зависимость для оптимальной цены изделия для второй фирмы:

$$p_2^*(p_1) = \frac{q_0 + k_2 p_1^*}{2a_2 - k_2 \dfrac{\partial p_1}{\partial p_{21}}}.$$

Следовательно, полученные уравнения образуют систему необходимых и достаточных условий оптимальности цен установок:

$$\begin{cases} p_1^*(p_2) = \dfrac{q_0 + k_1 p_2^*}{2a_1 - k_1 \dfrac{\partial p_2}{\partial p_1}}, \\ p_2^*(p_1) = \dfrac{q_0 + k_2 p_1^*}{2a_2 - k_2 \dfrac{\partial p_1}{\partial p_2}} \end{cases}. \tag{11}$$

Каждое уравнение системы (11) представляет собой уравнение линии реакции соответствующего предприятия и характеризует реакцию участника рынка на выбранную конкурентом цену изделия.

Можно предположить, что выбор каждым предприятием цены не зависит от изменения цены конкурента, то есть предположительные разновидности цен равны 0

$$\frac{\partial p_2}{\partial p_1} = 0,\ \frac{\partial p_1}{\partial p_2} = 0, \tag{12}$$

тогда система уравнений (11) будет иметь вид:

$$\begin{cases} p_1^*(p_2) - \dfrac{k_1}{2a_1} p_2^* = \dfrac{q_0}{2a_1}, \\ p_2^*(p_1) - \dfrac{k_2}{2a_1} p_1^* = \dfrac{q_0}{2a_2} \end{cases}. \tag{13}$$

Решив данную систему уравнений (13) относительно оптимальных цен, получим равновесные их значения по Баумолу для каждого предприятия-конкурента

$$p_1^0 = \frac{q_0(2a_2 + k_1)}{4a_1 a_2 - k_1 k_2}, \quad p_2^0 = \frac{q_0(2a_1 + k_2)}{4a_1 a_2 - k_1 k_2}. \tag{14}$$

Равновесные стратегии предприятий по выбору объемов выпуска изделий можно определить, учитывая значения равновесных цен $p^o_1$ и $p^o_2$ в уравнениях функций спроса (6) и (7):

$$p_1^0 = \frac{q_0 a_1(2a_2 + k_1)}{4a_1 a_2 - k_1 k_2}, \quad p_2^0 = \frac{q_0 a_2(2a_1 + k_2)}{4a_1 a_2 - k_1 k_2}. \tag{15}$$

Как следует из формул (14), (15), равновесные значения цен и объемов выпуска изделий для каждого участника рынка могут существовать, если в то же время выполняются отношения на параметры функции спроса:

$$\{2a_1 > k_1\} \wedge \{2a_2 > k_2\}. \tag{16}$$

Если выполняются отношения (16), то знаменатели в каждом уравнение (14) и (15) будут положительными числами, то в точке равновесия будут неотрицательные значения цен и объемов продаж.

Для устойчивости конкурентного рынка установок и существования точки равновесия необходимо, чтобы соотношение между параметрами функции спроса $q_0$, $a_1$, $a_2$, $k_1$, $k_2$ обеспечивало выполнение отношений (16), в этом их экономический смысл.

Определения равновесных значений объема продаж можно представить графически.

Линии реакций пересекаются, если $k_1<2a_1$, $k_2<2a_2$ (а соответственно, и $k_1<q_1$, $k_2<q_2$), и графики функций $p_2(p_1)$ и $p_1(p_2)$ имеют углы наклонов с осями О$p_1$ и О$p_2$ соответственно меньше $\frac{\pi}{4}$ (45°) (см. рис. 1)

Точка В пересечения графиков функций $p_2(p_1)$ и$p_1(p_2)$ имеет координаты $p^o{}_1$ *и* $p^o{}_2$. Точка В = $p^o{}_1$, $p^o{}_2$ – это геометрическое объяснение равновесия Баумола.

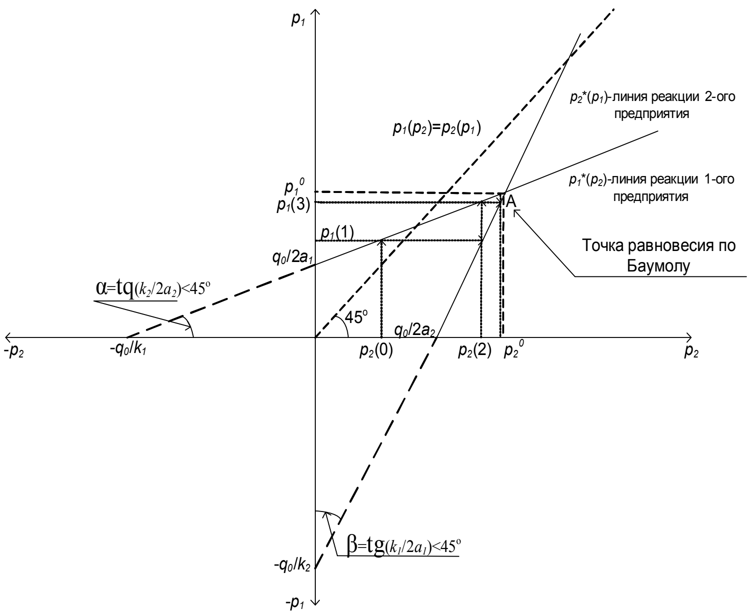


Рис. 1. Графическое решение задачи выбора равновесных цен изделий по Баумолу

Можно заметить, что графики функций реакций $p_2(p_1)$ и$p_1(p_2)$ имеют восходящий вид. Это означает, что прибыль каждой фирмы растет с ростом цены на ее продукцию [1; 2].

На рис. 2 представлен поэтапный подход к решению задачи выбора равновесных цен и объемов изделий по Баумолу в условиях полной информированности каждого участника рынка о параметрах функции спроса конкурента. Каждый участник, решая задачу выбора оптимальной цены выпуска изделий, формирует уравнение линии реакции на выбранную стратегию конкурентом. Совокупность уравнений линий реакций образует взаимосвязанную систему, решение которой позволяет определить равновесные состояния при конкурентном взаимодействии и обосновать условия устойчивости полученных конкурентных стратегий.

На рис. 3 представлена схема решения задачи выбора равновесных цен и объемов изделий в условиях неопределенности. Неопределенность состоит в том, что каждый участник не имеет полной информации о величине функции спроса конкурента. Каждый участник независимо от конкурента при известной своей функции спроса определяет оптимальную цену изделия и формирует уравнение линии реакции на выбранную конкурентом стратегию.

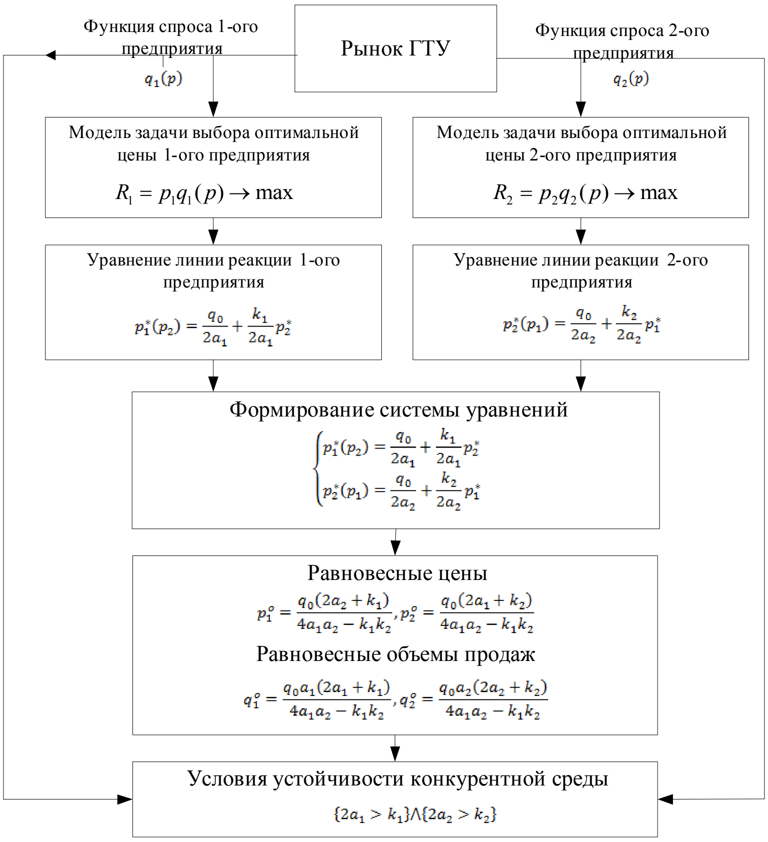


Рис. 2. Процедура выбора равновесных цен в условиях определенности

Для описания конкурентного взаимодействия необходимо перейти к динамическим уравнениям линий реакции. Например, первое предприятие реагирует в периоде *(t + 1)* на выбранную и сообщенную стратегию второй фирмой цену в период t согласно своему динамическому уравнению линии реакции.

Если в периоде *t = 0* цена изделия второй фирмы, сообщенная первой фирме, равна $p_2(0)$, то, согласно динамическому уравнению линии реакции, цена изделия первого предприятия будет равна $p_1(1)=q_0/2a_1+(k_1/2a_1)*p_2(0)$. Второе предприятие при сообщенной ей цене $p_1(1)$ выбирает цену изделия $p_2(2)=q_0/2a_2+(k_2/2a_2)*p_1(1)$ в соответствии со своим динамическим уравнением линии реакции и так далее.

Линии $(p_1(t),p_2(t))$ цен изделий первого и второго предприятия с увеличением периода t (с ростом количества шагов) будут обладать устойчивостью и сойдутся к равновесию Баумола $(p_1^0,p_2^0)$. На рис. 1 показана процедура конкурентного взаимодействия с сообщением информации о выборе цены участниками рынка ГТУ в соответствии со своим динамическими уравнениями линий реакций. На графике показано, что на линии реакции $p_1(p_2)$ первого предприятия расположены точки $p_1(1)$, $p_1(3)$, .., а на линии реакции второго предприятия на цену первого предприятия – точки $p_2(0)$, $p_2(2)$, .. . Рисунок показывает приближение к точке $p_1^0$ цены $p_1(1)$, $p_1(3)$, а цены $p_2(0)$, $p_2(2)$, .. приближаются к точке $p_2^0$, что свидетельствует об устойчивости равновесия.

Приведенный числовой пример выбора объема выпуска установок предприятиями иллюстрирует данные выводы. В результате статистических данных можно определить параметры функции спроса первого и второго предприятия:

$q_{01} = q_{02} = q_0 = 5$ – объем 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 убывания и возрастания функции спроса у первого и второго предприятия.

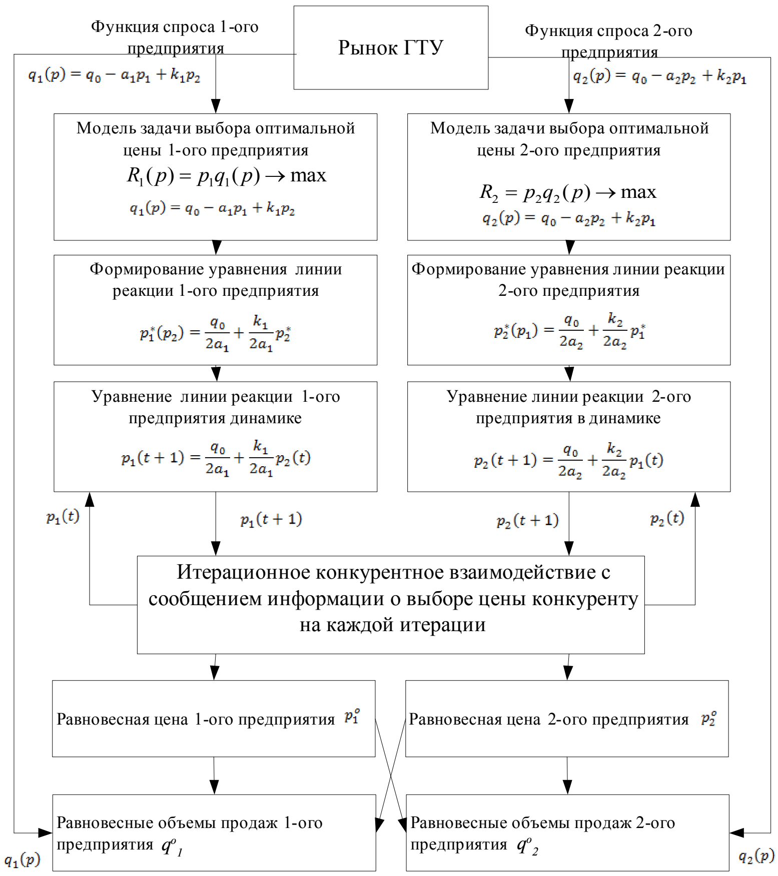


Рис. 3. Процедура выбора равновесных цен в условиях неопределенности

Таким образом функции спроса на установки первого и второго предприятия будут иметь следующий вид:

$$q_1(p) = q_0 - a_1p_1 + k_1p_2 = 5 - 0{,}04\cdot10^{-6}p_1 + 0{,}01\cdot10^{-6}\,p_2;$$

$$q_2(p) = q_0 - a_2p_2 + k_2p_1 = 5 - 0{,}03\cdot10^{-6}\,p_2 + 0{,}007\cdot10^{-6}\,p_1.$$

Модель задачи выбора оптимальной цены установки каждым участником рынка при известной функции спроса будет следующая:

$R_1 = p_1(5 - 0{,}04\cdot10^{-6}p_1 + 0{,}01\cdot10^{-6}p_2) \longrightarrow$ max по $p_1$

$R_2 = p_2(5 - 0{,}03\cdot10^{-6}\,p_2 + 0{,}007\cdot10^{-6}p_1) \longrightarrow$ max по $p_2$

$$\frac{\partial R_1}{\partial p_1} = 5 - 0{,}08\cdot10^{-6}p_1 + 0{,}01\cdot10^{-6}p_2 = 0.$$

$$\frac{\partial R_2}{\partial p_2} = 5 - 0{,}06\cdot10^{-6}p_2 + 0{,}007\cdot10^{-6}p_1 = 0.$$

Уравнение линии реакции каждого предприятия на выбранную стратегию по цене конкурента будет иметь вид:

$$p_1(p_2) = \frac{5}{0{,}08\cdot10^{-6}} + \frac{0{,}01\cdot10^{-6}}{0{,}08\cdot10^{-6}}p_2 = 62{,}5\cdot10^{6} + 0{,}125\,p_2.$$

$$p_2(p_1) = \frac{5}{0{,}06\cdot10^{-6}} + \frac{0{,}007\cdot10^{-6}}{0{,}06\cdot10^{-6}}p_1 = 83{,}3\cdot10^{6} + 0{,}117\,p_1.$$

Согласно уравнениям (14), можно определить равновесные цены:

$$p_1^0 = \frac{q_0(2a_2 + k_1)}{4a_1a_2 - k_1k_2} = \frac{5(2 \cdot 0{,}03 + 0{,}01) \cdot 10^{-6}}{(4 \cdot 0{,}04 \cdot 0{,}03 - 0{,}01 \cdot 0{,}07) \cdot 10^{-12}} = 74{,}5 \cdot 10^6\ руб\ /шт.$$

$$p_2^0 = \frac{q_0(2a_1 + k_2)}{4a_1a_2 - k_1k_2} = \frac{5(2 \cdot 0{,}04 + 0{,}07) \cdot 10^{-6}}{(4 \cdot 0{,}04 \cdot 0{,}03 - 0{,}01 \cdot 0{,}007) \cdot 10^{-12}} = 92{,}6 \cdot 10^6\ руб\ /шт.$$

Используя равновесные цены в функции спроса (6), (7), получим следующие равновесные значения объема выпуска изделий для каждого предприятия:

$q_1 = 3\ шт.\quad q_2 = 2\ шт.$

Равновесные значения стоимости объем продаж в соответствии с (8) и (9) равны:

$R_1 = 216{,}05 \cdot 10^6\ руб.\quad R_2 = 185{,}2 \cdot 10^6\ руб.$

Таким образом, высокая равновесная цена у второго предприятия снизилась в соответствии с его функцией спроса, изменится, соответственно, и выпуск изделий по сравнению с количеством выпуска первого предприятия, а это привело к снижению и стоимости установок на величину *42,2·10⁶долл.* Можно сделать вывод, что первое предприятие в точке равновесия Баумола обеспечивает себе более эффективный результат с позиции критерия максимизации стоимости выпуска изделий. Условия (16) устойчивости равновесного решения выполняются, то есть параметры функций спроса для каждого участника рынка ГТУ обеспечивают устойчивость конкурентной среды.

**Библиографический список**

1. Тюлевина Е.С., Гришанова А.Д. Моделирование рынка пусковых услуг в условиях глобализации: монография. Самара: СамНЦ РАН, 2012. 160 с.
2. Губко М.В., Новиков Д.А. Теория игр в управлении организационными системами: монография. М.: ИНТЕГ, 2002. 148 с.

**References**

1. Tyulevina E.S., Grishanova A.D. Modeling of the market of launch services in conditions of globalization. Monograph. Samara Scientific Center of the Russian Federation, 2012, 160 p. [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].

***G.M. Grishanov, V.G. Zaskanov****

## METHODOLOGY OF ESTABLISHING COMPANY COMPETITIVE INTERACTIONS AND DEVELOPMENT OF EQUILIBRIUM STRATEGIES OF ENTERPRISES ON GAS TURBINE OUTPUT RATE SELECTION

Simulation of competitive interactions comes down to defining equilibrium conditions under predetermined target functions of market players as well as to the analysis of the selected solution stability. The paper solves this problem with the application of case studies and validates the suggested models.

***Key words*:** competitive strategies, level of product reliability, demand functions of market participants.

Статья поступила в редакцию 12/IX/2015.
The article received 12/IX/2015.

* *Grishanov Gennady Mikhailovich* (ssau_ivanov@mail.ru), Department of Economics, *Zaskanov Viktor Gavrilovich* (ssau_ivanov@mail.ru), Department of Industrial Engineering, Samara State Aerospace University, 34, Moskovskoe shosse, Samara, 443086, Russian Federation.

**Гришанов Г.М., Колычев С.А.**
*Модели и методы организации и управления сбалансированным взаимодействием элементов производственной системы по выпуску легких и цельнокомпозитных самолетов // Вестник Самарского государственного университета. Серия «Экономика и управление». 2015. № 9/2 (131). С. 212–216*


УДК 334

***Г.М. Гришанов, С.А. Колычев****

# МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ СБАЛАНСИРОВАННЫМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ ПО ВЫПУСКУ ЛЕГКИХ ЦЕЛЬНОКОМПОЗИТНЫХ САМОЛЕТОВ

В статье рассматривается формирование производственной программы, оценка сбалансированности взаимодействия между центром и элементами (вертикальная балансировка интересов) и оценка сбалансированности между «узкими» местами и остальными элементами «производственной цепи». На этой основе формируется механизм сбалансированного взаимодействия между центром и элементами производственной системы.

***Ключевые слова***: производственная система, производственная программа, координационное воздействие, сбалансированное взаимодействие элементов.

## Введение

Обеспечение производственной программы машиностроительного предприятия во многом определяется системой организации и управления производством. Целевым результатом функционирования системы является эффект системы, выражающейся в обеспечении ее гибкости, продуктивности, эффективности системы.

Целевым результатом функционирования производственной системы (ПС) является эффект ПС в целом G, выражающийся в выполнении производственной программы по выпуску продукции, отвечающей требованиям потребителей. Критериями производственной программы являются производительность и качество.

На первом этапе реализации методологии необходимо сформировать производственную программу, выраженную через количественные параметры: объем и номенклатуру выпускаемой продукции; стоимость и затраты на выпуск продукции; сроки и длительность выполнения заказа на производство продукции.

Для обеспечения производственной программы формируется «производственная цепь». Для этого проводится анализ характеристик элементов «производственной цепи» и выявляются «узкие» места, обусловливающие производительность производственных процессов. «Узкие» места определяют наименьший возможный эффект $g_c$ по сравнению с эффектами остальных элементов $g_i$, при этом справедливо неравенство $g_c<gi$.

Следующим этапом проводятся оценка сбалансированности взаимодействия между центром и элементами (вертикальная балансировка интересов) и оценка сбалансированности между «узкими» местами и остальными элементами «производственной цепи».

Проведенная оценка сбалансированности позволяет сделать заключение о необходимости координационного воздействия на элементы ПС.

---



*Гришанов Геннадий Михайлович* (ssau_ivanov@mail.ru), *Колычев Сергей Александрович* (ssau_ivanov@mail.ru), кафедра экономики, Самарский государственный аэрокосмический университет им. акад. С.П. Королева (национальный исследовательский университет), 443086, Российская Федерация, г. Самара, Московское шоссе, 34.

$g_i =$

### 1. Постановка задачи

Для обеспечения сбалансированности при взаимодействии элементов ПС и центра необходимо вводить координационные параметры r, воздействующие на элементы ПС.

Координационный параметр $\Delta r$, обеспечивающий сбалансированное взаимодействие элементов ПС и центра, вычисляется как

$$\Delta r_i(x_i, y_i) = \begin{cases} r_i + \Delta r_i(x_i) > 0, \text{если } y_i \neq x_i \\ 0 \end{cases}. \quad (1.1)$$

Механизмы координационного управления оптимальным состоянием сбалансированности элементов ПС определяются кортежем:

$$Q = \langle (\Pi F, \Pi f, \Pi^r) \rangle, \quad (1.2)$$

где ***ПF*** – процедура формирования целевой функции ПС в целом; процедура ***Пf*** – процедура формирования целевых функции элементов ПС; ***П<sup>r</sup>*** – процедура формирования координационных параметров для обеспечения сбалансированности элементов ПС.

Формирование координационных параметров для «узкого» места производственной цепи, обеспечивающих сбалансированность взаимодействия элементов между собой и элементов по отношению к центру, находится по формуле:

$$\Delta r_c(x_c, y_c) = r_c + \Delta r_c(x_c, y_c), \quad (1.3)$$

где $\Delta r_c(x_c, y_c)$ – координационный параметр (прирост), обеспечивающий получение оптимального целевого значения «узкого» места ПС.

При этом целевая функция для *i*-го элемента ПС, учитывающая сбалансированное взаимодействие в системе, будет определяться как

$$f_i(r_i, x_i, y_i) = f_i(r_i, y_i) + \Delta f_i(\Delta r_i x_i, y_i). \quad (1.4)$$

Из формулы (1.4) видно, что изменение целевой функции $\Delta f_i(\Delta r_i x_i, y_i)$ под действием координационных параметров $r_i$ и характеризует сбалансированность интересов элемента и ПС в целом.

Вектор изменений параметров и множество его возможных значений для модели функционирования *i*-го элемента определяется выражением

$$\Delta r_i \in \Delta R_i. \quad (1.5)$$

Вектор изменения параметров и множество его возможных значений для системы организации и управления производством в целом рассчитывается (1.2) как:

$$\Delta r = (\Delta r_i, i = 1, n) \in \Pi_{i=1}^{n} \Delta R. \quad (1.6)$$

Целевые функции элементов ПС имеют вид (1.3)

$$f(r_i, x_i, y_i),\ i = 1, n. \quad (1.7)$$

Целевая функция ПС в целом такова (1.4):

$$F(r, x, y),\ i = 1, n. \quad (1.8)$$

Таким образом, изменение целевой функции *i*-го элемента находится как

$$\Delta f_i(\Delta r_i, x_i, y_i) = \begin{cases} \Delta f_i(\Delta r_i, x_i), \text{если } y_i \neq x_i \\ 0, \quad\quad\quad\quad \text{если } y_i \neq x_i \end{cases}. \quad (1.9)$$