

ББК 65.050.2

УДК 338.45

ВЫБОР ПО КРИТЕРИЮ МАКСИМИЗАЦИИ ОБЪЁМА ПРОДАЖ КОНКУРЕНТНЫХ ПО УРОВНЮ КАЧЕСТВА СТРАТЕГИЙ В УСЛОВИЯХ ДУОПОЛИИ

© 2012 А. Д. Гришанова, С. А. Колычев, Л. С. Клентак

Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С. П. Королева (национальный исследовательский университет)

Предлагается модель задачи выбора конкурентных по уровню качества продукции стратегий участниками дуопольного рынка. Определены равновесные состояния в условиях полной информированности и предложена итерационная процедура их выбора в условиях неопределённости.

Равновесное состояние, объём продаж, уровень качества продукции, рынок сбыта, линия реакции, функция спроса.

Введение. В настоящее время эволюция мировой рыночной экономики переходит на новую ступень – конкуренции в себестоимости качества товара и услуг. Выраженная суммарными затратами на поддержание нужного уровня качества, отнесёнными к стоимости единицы продукции, она становится важным индикатором прибыльности и перспективности бизнеса.

Формирование моделей конкурентного взаимодействия и выбор конкурентных стратегий по уровню качества продукции участниками дуопольного рынка.

Рассмотрен выбор конкурентных стратегий между двумя участниками рынка сбыта продукции в условиях конкуренции по её качеству как наиболее важному параметру для потребителя [1], [2], [3].

Модель задачи выбора уровня качества продукции по критерию максимизации стоимости объёма продаж при заданной функциональной связи между ценой и качеством продукции $p_i(\omega_i)$ и заданных функциях спроса $q_i(\omega)$ для каждого предприятия представим как совокупность взаимосвязанных через функции спроса моделей принятия решений субъектами рынка в следующем виде:

$$\begin{aligned} \text{ОП}_i(\omega) &= p_i(\omega_i)q_i(\omega) \rightarrow \max, \\ p_i(\omega_i) &= p_{i0} - \gamma_i \cdot \omega_i, \\ q_i(\omega) &= q_0 + a_i^\omega \omega_i - b_i^\omega \omega_j, \\ i, j &= 1, 2, \quad i \neq j, \end{aligned} \quad (1)$$

где $\text{ОП}_i(\omega)$ – объём продаж продукции в стоимостном выражении i -ым предприятием; q_0 – ёмкость рынка продукции, $a_i^\omega, b_i^\omega > 0$, $i = 1, 2$ – коэффициенты чувствительности функции спроса к изменению уровня качества продукции; $\gamma_i > 0$ – скорость уменьшения цены i -го предприятия в зависимости от изменения уровня качества продукции; p_{i0} – начальная цена продукции, выпускаемой i -ым предприятием.

Из необходимых условий оптимальности $\frac{\partial \text{ОП}_i(\omega)}{\partial \omega_i} = 0$, $i=1, 2$

определим систему, каждое уравнение которой характеризует реакцию предприятия на выбранную стратегию конкурентом:

$$\begin{cases} \omega_1^* = N_1 + \frac{b_1^\omega}{2a_1^\omega} \omega_2^*, \\ \omega_2^* = N_2 + \frac{b_2^\omega}{2a_2^\omega} \omega_1^*, \end{cases} \quad (2)$$

где $N_i = \frac{p_{i0}a_i^\omega - \gamma_i q_0}{2\gamma_i a_i^\omega}$, $i = 1, 2$ – уровень качества продукции i -го предприятия в условиях монополизации рынка; ω_i^* ,

$i = 1, 2$ - оптимальное значение уровня качества продукции i -го предприятия с позиции критерия объёма продаж.

Решая систему (2), получим равновесные значения уровня качества продукции первого и второго предприятия:

$$\begin{aligned} \omega_1^0 &= \frac{2a_2^\omega(2a_1^\omega N_1 + b_1^\omega N_2)}{4a_1^\omega a_2^\omega - b_1^\omega b_2^\omega}, \\ \omega_2^0 &= \frac{2a_1^\omega(2a_2^\omega N_2 + b_2^\omega N_1)}{4a_1^\omega a_2^\omega - b_1^\omega b_2^\omega}. \end{aligned} \quad (3)$$

Из (3) следует, что решение системы (2) существует, то есть $\omega_i^0 > 0$, $i=1,2$, если на параметры совокупности модели принятия решений субъектами рынка (1) выполняются одновременно следующие неравенства:

$$\left\{ p_{10} > \frac{\gamma_1 q_0}{a_1^\omega} \right\} \wedge \left\{ p_{20} > \frac{\gamma_2 q_0}{a_2^\omega} \right\} \wedge \left\{ a_1^\omega > \frac{b_1^\omega}{2} \right\} \wedge \left\{ a_2^\omega > \frac{b_2^\omega}{2} \right\}. \quad (4)$$

При выполнении этих неравенств рынок сбыта не становится монопольным и характеризуется состоянием в точке равновесия, координаты которой удовлетворяют (3). При этом равновесие

динамически устойчиво в том смысле, что из любого начального состояния рынок с течением времени переходит в равновесное состояние. Иными словами, если выполняется (4), то, несмотря на существование конкурентных отношений, обеспечиваются условия, необходимые для функционирования обоих участников на рынке товаров и услуг.

На рис. 1 представлено геометрическое решение задачи определения равновесных значений уровня качества продукции.

На рис. 1 показана линия реакции ω_1^* первого предприятия на изменение качества продукции вторым и ω_2^* второго предприятия на изменение качества продукции первым. Из графика следует, что если $N_1, N_2 > 0$, $\text{tg}\alpha = \frac{b_1^\omega}{2a_1^\omega} < 1$ и $\text{tg}\beta = \frac{b_2^\omega}{2a_2^\omega} < 1$, то линии реакции пересекаются, а точка пересечения представляет собой точку равновесия. Отметим, что неравенство $N_1, N_2 > 0$, $\text{tg}\alpha < 1$ и $\text{tg}\beta < 1$ выполняются, если одновременно выполняются неравенства (4).

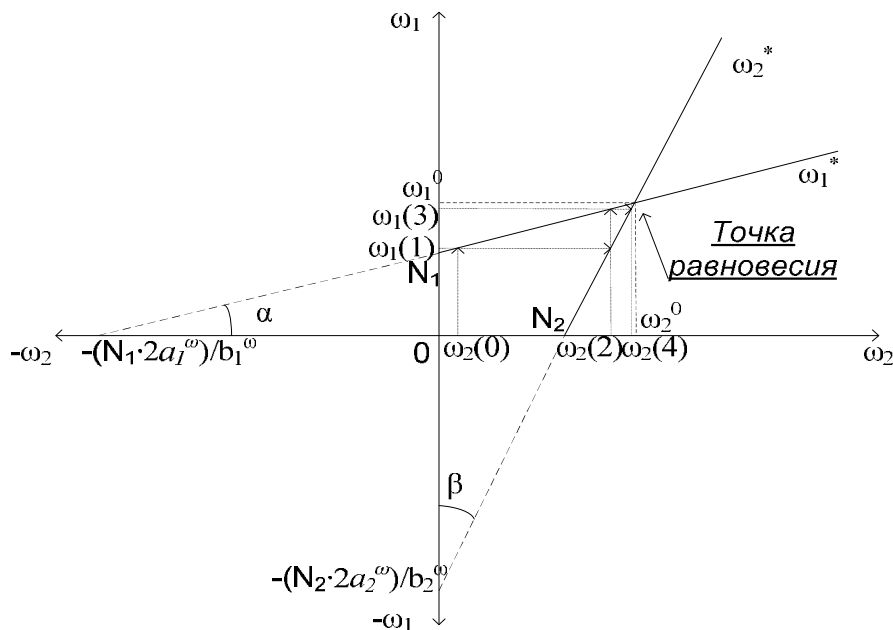


Рис. 1. Геометрическое решение задачи определения равновесных значений уровня качества продукции

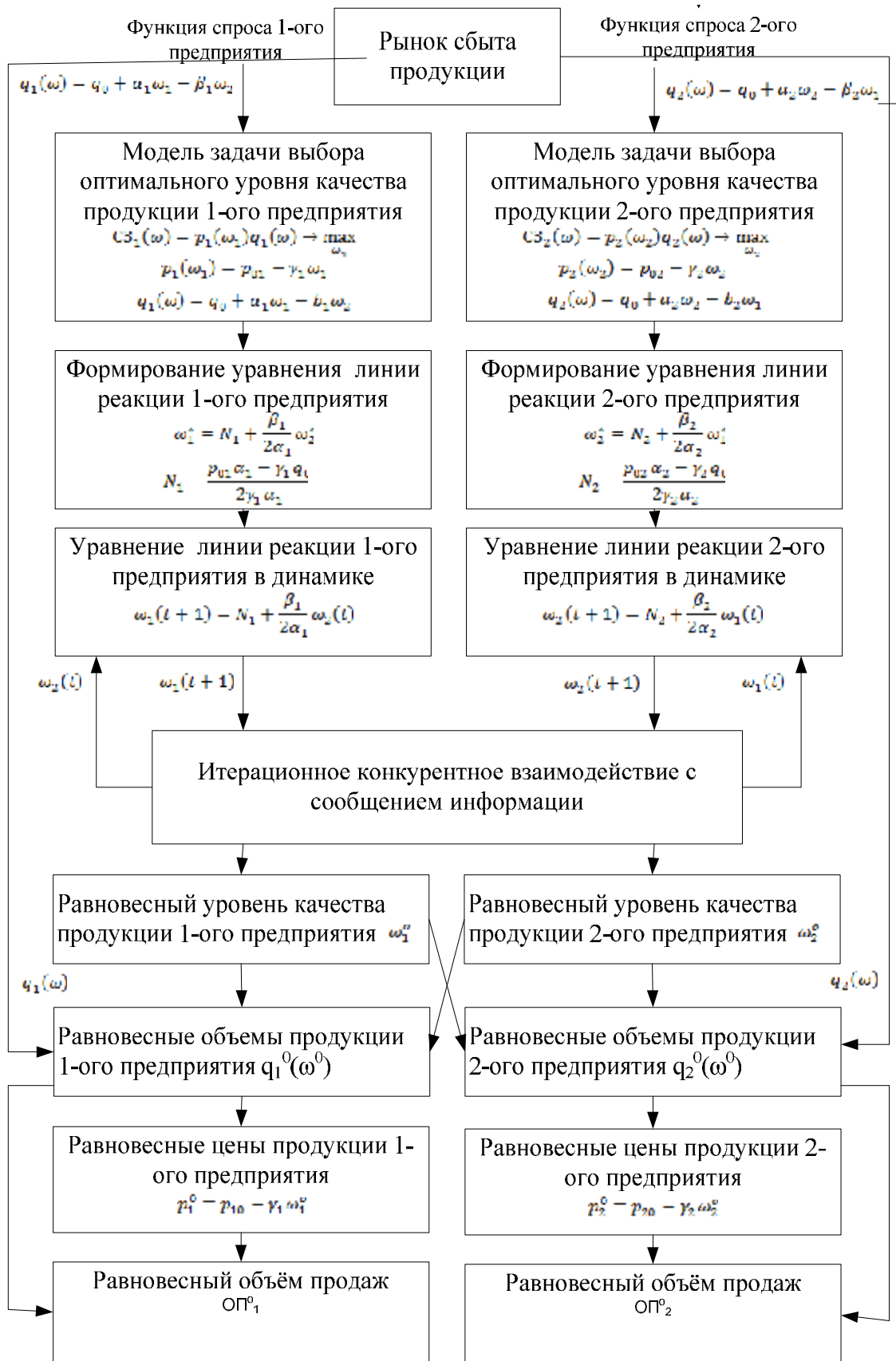


Рис. 2. Итерационная процедура решения задачи выбора равновесных значений уровня качества продукции в условиях дуополии и неопределённости

Рассмотрим итерационную процедуру решения задачи выбора равновесных значений уровня качества продукции в условиях дуополии и неопределённости, представленную на рис. 2. Неопределённость в задачах принятия решений о выборе равновесного уровня качества продукции состоит в том, что каждый участник не имеет информации о параметрах функций спроса конкурента. Для реализации итерационного конкурентного взаимодействия осуществлён переход от статических к динамическим уравнениям линии реакции:

$$\begin{cases} \omega_1(t+1) = N_1 + \frac{\beta_1}{2\alpha_1} \omega_2(t), \\ \omega_2(t+1) = N_2 + \frac{\beta_2}{2\alpha_2} \omega_1(t). \end{cases} \quad (5)$$

На рис. 1 показана итерационная процедура конкурентного взаимодействия с сообщением информации о выборе уровня качества продукции участниками рынка сбыта в соответствии со своими динамическими уравнениями линий реакции (5). На графике показано, что значения уровней качества $\omega_1(1), \omega_1(3), \dots$ первой фирмы являются координатами точек линии реакции ω_1^* , а значения уровней качества $\omega_2(0), \omega_2(2), \dots$ являются координатами точек линии реакции ω_2^* второй фирмы. На рисунке показано, что уровни качества $\omega_1(1), \omega_1(3), \dots$ приближаются к равновесному значению ω_1^0 , а уровни качества $\omega_2(0), \omega_2(2), \dots$ приближаются к равновесному значению ω_2^0 . Итерационная процедура заканчивается, если точка равновесия определена каждым субъектом рынка.

Полученные результаты проиллюстрированы на числовом примере выбора уровня качества продукции для двух предприятий. В результате анализа рынка сбыта предприятий определены следующие параметры функции спроса на продукцию первого и второго предприятия и функциональная зависимость цены от уровня качества:

$q_{01} = q_{02} = q_0 = 26$ – ёмкость рынка продукции; $a_1^0 = 5$ шт.; $a_2^0 = 4,962$ шт.; $b_1 = 0,95$ шт.; $b_2 = 0,903$ шт. – коэффициенты чувствительности объёма спроса к уровню качества у первого и второго предприятия; $\gamma_1 = \gamma_2 = 4 \cdot 10^6$ руб. – скорость уменьшения цены у каждого предприятия в зависимости от изменения уровня качества продукции; $p_{10} = p_{20} = 28 \cdot 10^6$ руб. – начальные цены выпуска продукции первым и вторым предприятием.

Тогда функции спроса на выпускаемую продукцию первым и вторым предприятием будут иметь вид:

$$\begin{aligned} q_1(\omega) &= q_0 + a_1^0 \omega_1 - b_1^0 \omega_2 = \\ &= 26 + 5\omega_1 - 0,95\omega_2; \\ q_2(\omega) &= q_0 + a_2^0 \omega_2 - b_2^0 \omega_1 = \\ &= 26 + 4,962\omega_2 - 0,903\omega_1. \end{aligned}$$

При известной функции спроса каждым участником рынка модель задачи выбора уровня качества продукции имеет вид:

$$\begin{aligned} \text{ОП}_1(\omega) &= (p_{10} - \gamma_1 \cdot \omega_1) * \\ &* (q_0 + a_1^0 \omega_1 - b_1^0 \omega_2) = \\ &= (28 \cdot 10^6 - 4 \cdot 10^6 \cdot \omega_1) * \\ &*(26 + 5\omega_1 - 0,95\omega_2) \rightarrow \max; \\ \text{ОП}_2(\omega) &= (p_{20} - \gamma_2 \cdot \omega_2) * \\ &* (q_0 + a_2^0 \omega_2 - b_2^0 \omega_1) = \\ &= (28 \cdot 10^6 - 4 \cdot 10^6 \cdot \omega_2) * \\ &*(26 + 4,962\omega_2 - 0,903\omega_1) \rightarrow \max. \end{aligned}$$

В результате решения задачи получена следующая система необходимых условий оптимальности уровня качества продукции:

$$\begin{cases} \omega_1^* = N_1 + \frac{b_1^0}{2a_1^0} \omega_2^* = 0,9 + 0,095\omega_2^*, \\ \omega_2^* = N_2 + \frac{b_2^0}{2a_2^0} \omega_1^* = 0,88 + 0,091\omega_1^*. \end{cases}$$

Решая систему, получим, что равновесные значения уровня качества продукции первого и второго предприятия составят величину:

$$\omega_1^0 = \frac{2a_2^\omega (2a_1^\omega N_1 + b_1^\omega N_2)}{4a_1^\omega a_2^\omega - b_1^\omega b_2^\omega} = 0,992,$$

$$\omega_2^0 = \frac{2a_1^\omega (2a_2^\omega N_2 + b_2^\omega N_1)}{4a_1^\omega a_2^\omega - b_1^\omega b_2^\omega} = 0,97.$$

Подставляя равновесные значения уровня качества в функции спроса, получим следующие равновесные значения объёма выпуска продукции для каждого предприятия:

$$q_1^0 = 30 \text{ шт.} \quad \text{и} \quad q_2^0 = 29 \text{ шт.}$$

Подставляя равновесные значения уровня качества в уравнение связи между ценой и уровнем качества, получим следующие значения равновесных цен:

$$p_1^0(\omega_1) = p_{10} - \gamma_1 \omega_1^0 =$$

$$= 24,032 \cdot 10^6 \text{ руб.},$$

$$p_2^0(\omega_2) = p_{20} - \gamma_2 \omega_2^0 =$$

$$= 24,12 \cdot 10^6 \text{ руб.}$$

Равновесные значения объёма продаж равны:

$$ОП_1^0 = 720,96 \cdot 10^6 \text{ руб.},$$

$$ОП_2^0 = 699 \cdot 10^6 \text{ руб.}$$

Из полученных результатов следует, что высокий уровень качества у первого предприятия увеличил спрос на его продукцию, а это привело к увеличению объёма продаж на величину $21,96 \cdot 10^6$. Таким образом, первое предприятие в точке равновесия обеспечивает себе более эффективный результат с позиции критерия максимизации объёма продаж. Следует также отметить, что условия (4) устойчивости равновесного состояния выполняются, то есть параметры функций спроса для каждого участника рынка сбыта про-

дукции обеспечивают устойчивость конкурентной среды.

Выводы. Сформированы и решены задачи выбора уровня качества продукции как совокупность взаимосвязанных моделей принятия решений каждым субъектом рынка при заданной функциональной связи между ценой и качеством продукции и заданных функциях спроса для каждого предприятия. Из необходимых условий оптимальности решение задачи выбора конкурентных стратегий сформирована система уравнений линий реакции, определяющих поведение каждого участника рынка в условиях полной информированности и неопределённости. Сформированы условия устойчивости конкурентной среды в зависимости от значений параметров функции спроса на продукцию каждого предприятия. Определены равновесные значения конкурентных стратегий, когда функция спроса на продукцию зависит от уровня ее качества. Полученные результаты проиллюстрированы на числовом примере выбора уровня качества продукции для двух предприятий.

Библиографический список

1. Васин, А.А. Теория игр и модели математической экономики [Текст]/ А.А. Васин, В.В. Морозов. – М.: МАКС-Пресс, 2005.
2. Васин, А.А. Исследование операций: учеб. пособие для студ. вузов [Текст]/ А.А. Васин, П.С. Краснощеков, В.В. Морозов. – М. : Издательский центр «Академия», 2008. – 464с.
3. Тюлевина, Е. С. Моделирование рынка пусковых услуг в условиях глобализации: монография [Текст]/Е.С. Тюлевина, А.Д. Гришанова – Самара: изд-во СамНЦ РАН, 2012.

**CHOOSING QUALITY LEVEL COMPETITIVE STRATEGIES
BY THE SALES VOLUME MAXIMIZATION CRITERION
IN DUOPOLY MARKETING CONDITIONS**

© 2012 A. D. Grishanova, S. A. Kolychev, L. S. Klentak

Samara State Aerospace University named after academician S. P. Korolyov
(National Research University)

A model of competitive interaction between two market participants, differentiated by the production quality level, is proposed. The equilibrium conditions and treatment of their choice under uncertainty are determined.

Equilibrium conditions, sales volume, production quality level, market, reaction line.

Информация об авторах

Гришанова Анастасия Дмитриевна, аспирант, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: anastasia.grishanova@gmail.com. Область научных интересов: моделирование конкурентных взаимодействий.

Колычев Сергей Александрович, аспирант, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). Область научных интересов: промышленные комплексы, экономико-математические модели.

Клentak Людмила Стефановна, старший преподаватель кафедры математических методов в экономике, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: liudmila_klentak@mail.ru. Область научных интересов: экономико-математические модели.

Grishanova Anastasia Dmitrievna, postgraduate student, Samara State Aerospace University named after academician S. P. Korolyov (National Research University). E-mail: anastasia.grishanova@gmail.ru. Area of research: modeling of competitive interactions. .

Kolychev Sergey Aleksandrovich, postgraduate student, Samara State Aerospace University named after academician S. P. Korolyov (National Research University). Area of research: industrial complexes, economic-mathematical models.

Klentak Lyudmila Stefanovna, senior lecturer, department of mathematic methods in economics, Samara State Aerospace University named after academician S. P. Korolyov (National Research University). E-mail: liudmila_klentak@mail.ru. Area of research: economic-mathematical models.