

ТЕОРЕТИКО-ИГРОВАЯ МОДЕЛЬ ЗАДАЧИ МЕЖДУНАРОДНОЙ ТОРГОВЛИ ПРИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

В статье рассматривается теоретико-игровая модель задачи международной торговли в условиях неопределенности (низкая или высокая экономическая активность рынка). Приводится три варианта данной задачи: в первой задаче стороны (внутренняя и внешняя фирмы) независимо друг от друга принимают решение; во второй задаче решение сначала принимает внутренняя фирма, а затем внешняя; наконец, в третьей задаче — сначала внутренняя, а затем внешняя. Анализ результатов показывает, что большую прибыль фирма получает, когда первой принимает решение о реализации товара на рынке. Далее следует результат в случае независимого принятия решения. Наименьшую прибыль в рассмотренном случае фирма получает, когда решение принимается в условиях информированности о действиях конкурента.

Ключевые слова: функция спроса, функция выигрыша фирм, функция благосостояния общества.

Рассмотрим задачу организации международной торговой политики в условиях несовершенной конкуренции. Теоретико-игровой подход для изучения этой проблемы применялся в [1, 2, 3]. В частности, двухуровневая модель «страна — фирмы» анализировалась в [2].

Принятие экономических решений в международной торговле происходит в условиях неопределенности. Она связана с неточностью используемой информации, помехами и возмущениями при реализации решений и т. д. Модель, учитывающая последовательный характер принятия решений и наличие неопределенных факторов, более точно отражает экономические процессы.

Рассмотрим модель экономической политики страны по отношению к «своим» производителям и экспортерам некоторой продукции. Пусть экономическая конкуренция осуществляется в условиях дуополии, то есть имеется две фирмы, экономические решения которых влияют на формирование равновесной цены продукции. Далее используется модель несовершенной конкуренции Курно.

Фирмы планируют поставить на рынок $q_i \in [0; +\infty)$ ($i = 1, 2$) единиц однородного товара. Цена устанавливается в зависимости от спроса и предложения. Прибыль фирм определяется после реализации товара за вычетом издержек производства $q_i \in [0; +\infty)$ ($i = 1, 2$) которые в данном случае считаем постоянными. С внешней фирмы дополнительно взимаются тарифные платежи t за ввоз единицы товара. Цель управленческих решений — максимизировать свою прибыль.

Функция спроса предполагается линейной

$$p(q_1, q_2) = a - q_1 - q_2, \quad (1)$$

где a — постоянная, характеризующая состояние рынка: чем a больше, тем выше экономическая активность рынка.

Функция выигрыша i -ой фирмы ($i = 1, 2$) имеет вид

$$h_1 = (a - q_1 - q_2)q_1 - c_1q_1 \quad (2)$$

$$h_2 = (a - q_1 - q_2)q_2 - c_2q_2 - tq_2 \quad (3)$$

Тут первая фирма — внутренняя, а вторая — внешняя.

Функция благосостояния общества имеет вид

$$W = \frac{1}{2}(q_1 + q_2)^2 + h_1 + tq_2. \quad (4)$$

Отметим, что формулы (1)–(4) рассматривались в [2] и имеют определенный экономический смысл.

Рассмотрим несколько вариантов предложенной задачи. В качестве теоретической модели предлагается позиционная игра при неопределенности.

Задача 1. Государственные органы экономического управления (игрок 3) устанавливают условия внешнеэкономической деятельности для внешней фирмы — тарифные платежи t . Затем реализуется некоторая неопределенность $a \in [a_0, a^0]$. Она связанная с высокой или низкой экономической активностью рынка. После этого внутренняя фирма (игрок 1) и внешняя фирма (игрок 2) независимо друг от друга реализуют на рынке некоторое количество товара q_i ($i = 1, 2$). Прибыль фирм определяется по формулам (2)–(3). Задача состоит в том, чтобы определить оптимальное количество товаров q_1^* и q_2^* , поставляемых фирмами на рынок. Цель каждой фирмы состоит в максимизации своей прибыли от реализации товара.

Воспользуемся необходимыми и достаточными условиями экстремума для нахождения значений q_i^* , реализующих максимум функции $h_i(q_i)$ ($i = 1, 2$).

Рассмотрим систему двух уравнений

$$\frac{\partial h_i(q_i)}{\partial q_i} = 0 \quad (i = 1, 2). \quad (5)$$

$$\text{Решение системы (5)} \quad q_1^* = \frac{a+t-2c_1+c_2}{3}, \quad q_2^* = \frac{a-2t+c_1-2c_2}{3}.$$

Подставив значения q_1^* и q_2^* соответственно в формулы (2), (3), получим:

$$h_1^* = \frac{1}{9}(a+t-2c_1+c_2)^2 = (q_1^*)^2, \quad h_2^* = \frac{1}{9}(a-2t+c_1-2c_2)^2 = (q_2^*)^2.$$

Так как игроки ориентируются на гарантированный результат, то необходимо учитывать a_0 .

Для нахождения оптимального тарифа используем условие экстремума для функции $W^*(t)$, имеем

$$t^* = \frac{a_0 - c_2}{3}. \quad (6)$$

Окончательно получаем прибыль общества, фирм, а также оптимальные количества товаров, которые необходимо реализовать для этого на рынке:

$$q_1^* = \frac{2}{9}(2a_0 - 3c_1 + c_2), \quad q_2^* = \frac{1}{9}(a_0 + 3c_1 - 4c_2),$$

$$h_1^* = \frac{4}{81}(2a_0 - 3c_1 + c_2)^2, \quad h_2^* = \frac{1}{81}(a_0 + 3c_1 - 4c_2)^2, \quad W^* = \frac{1}{2}(q_1^* + q_2^*)^2 + h_1^* + t^* q_2^*.$$

Задача 2. Условие задачи 2 отличается тем, что игроки принимают решения последовательно. То есть, сначала внутренняя фирма реализует на рынке некоторое количество товара q_1 . А затем внешняя фирма, зная это, принимает решение о ввозе на рынок страны количества товара q_2 .

Оптимальное решение находим, используя метод обратной индукции

$$q_1^* = \frac{a + t - 2c_1 + c_2}{2}, \quad q_2^* = \frac{a - 3t + 2c_1 - 3c_2}{4}.$$

Учитывая (2), (3), получим $h_1^* = \frac{1}{2}(q_1^*)^2$ и $h_2^* = (q_2^*)^2$.

Проводя рассуждения аналогично задаче 1, будем иметь: $t^* = \frac{5a_0 + 2c_1 - 7c_2}{19}$.

Найдем оптимальные количества товаров и прибыли фирм в задаче 2

$$q_1^* = \frac{6}{19}(2a_0 - 3c_1 + c_2), \quad q_2^* = \frac{1}{19}(a_0 + 8c_1 - 9c_2),$$

$$h_1^* = \frac{18}{19^2}(2a_0 - 3c_1 + c_2)^2, \quad h_2^* = \frac{1}{19^2}(a_0 + 8c_1 - 9c_2)^2.$$

Функция благосостояния общества W^* определяется аналогично задаче 1.

Задача 3. В данной задаче игроки принимают решение последовательно, но на первом этапе внешняя фирма экспортирует q_2 единиц товара, а затем внутренняя фирма, рассмотрев сложившуюся ситуацию, принимает решение о поставке на рынок q_1 единиц товара.

Используя метод обратной индукции, получим

$$q_1^* = \frac{a + 2t - 3c_1 + 2c_2}{4}, \quad q_2^* = \frac{a - 2t + c_1 - 2c_2}{2}.$$

Учитывая (2), (3), будем иметь $h_1^* = (q_1^*)^2$ и $h_2^* = \frac{1}{2}(q_2^*)^2$.

Проводя рассуждения аналогично задаче 1, получим: $t^* = \frac{3a_0 - c_1 - 2c_2}{10}$,

$$q_1^* = \frac{2}{5}(a_0 - 2c_1 + c_2), \quad q_2^* = \frac{1}{5}(a_0 + 3c_1 - 4c_2),$$

$$h_1^* = \frac{4}{25}(a_0 - 2c_1 + c_2)^2, \quad h_2^* = \frac{1}{50}(a_0 + 3c_1 - 4c_2)^2.$$

Функция благосостояния общества W^* определяется аналогично задаче 1.

Проанализируем результаты, полученные в задачах 1–3. Большую прибыль фирма получает, когда первой принимает решение о реализации товара на рынке. Далее следует результат в случае независимого принятия решения. Наименьшую прибыль в рассмотренном случае фирма получает, когда решение принимается в условиях информированности о действиях конкурента. Иными словами, если рынок уже «завоеван», то необходимы некоторые затраты, связанные с вхождением на рынок.

Теперь сравним во всех задачах суммарное количество товаров, реализуемых на рынке обоими фирмами. Это количество больше при последовательном принятии решений. Следует отметить, что в этом случае цена продукции будет меньше.

Проанализируем результаты деятельности правительства в указанных трех ситуациях. Функция W^* имеет наибольшее значение в задаче 2, когда первой «завоевывает» рынок внутренняя фирма. Результат для задачи 3 следует далее, когда первой на рынке реализует товар внешняя фирма. Функция W^* имеет наименьшее значение в задаче 1, в случае независимого принятия решений фирмами. Таким образом, можно сделать вывод, что информированность о действиях на рынке приносит больший экономический эффект для государства.

Литература

1. Кругман П. Р., Обстфельд М. Международная экономика. Теория и политика: Пер. с англ. М.: ЮНИТИ, 1997. 799 с.
2. Basar T. Olsder Dynamic Noncooperative Game Theory. London: Academic Press, 1982.
3. Gibbons R. Game Theory for Applied Economists. Princeton, NJ.: Princeton Univ. Press, 1992. 267 p.

V. Fahretdinova

GAME-THEORETIC MODEL PROBLEM OF INTERNATIONAL TRADE UNDER UNCERTAINTY

The article considers the game-theoretic model of the international trade problem under conditions of uncertainty (low or high economic activity of the market). We present three variants of this problem: the first problem, when parties (inside and outside the company) make a decision independently; the second problem, when the internal company makes a decision first, and then the outer one; finally, the third problem, when the outer company makes a decision first, and then the internal company does the same. The analysis of the results shows that a firm gets a larger profit when it decides to sale the goods in the market first. The result in case of making independent decisions is given. The company receives the lowest profit when the decision is made in the conditions of awareness of the actions of competitors.

Key words: *the demand function, the function of the winning firms, the function of social welfare.*