

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МАКСИМИЗАЦИИ ПРИБЫЛИ С УЧЕТОМ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА, НАНОСИМОГО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

В.Е. Домбровская

В работе рассмотрена задача учета экологической составляющей при формировании товаропроизводителем рыночной цены (в присутствии на рынке конкурента) с целью получения максимальной прибыли. Предложена математическая модель, которая позволяет сопоставить интересы производства и степени воздействия на окружающую среду в денежном измерении, делает возможным прогнозировать ситуацию в случае размещения предприятия в том или ином регионе.

Механизм природопользования может носить рыночный характер, однако его основные параметры (ставки, нормативы, цены на продукцию монополистов и т.п.) устанавливаются государством [1]. Данные направления уже показали свою эффективность во многих государствах мира. Но не менее важной задачей является совершенствование ценообразования в экономике и, прежде всего, в природоэксплуатирующих отраслях. Эта проблема особенно актуальна в современной России, что связано, во-первых, с большой антропогенной нагрузкой на среду, а во-вторых, с несовершенством ценовой политики. Цена должна более полно учитывать уровень экологической безопасности продукции.

В данной работе рассматривается задача учета экологической составляющей при формировании товаропроизводителем рыночной цены (в присутствии на рынке конкурента) с целью получения максимальной прибыли.

Постановка задачи. Рассматривается следующая экономическая ситуация: предприятием производится товар для продажи на внутреннем рынке; предприятие в процессе деятельности выбрасывает в окружающую среду загрязняющие вещества; на том же рынке представлен аналогичный товар, но уже выставленный конкурентом. Предложенные товары: пользуются стабильным спросом со стороны населения; имеют примерно равные качественные характеристики; являются взаимозаменяемыми товарами. Производитель и конкурент (единственные игроки на рынке) самостоятельно устанавливают рыночную цену на товар, полностью контролируют продажу своего товара и не заключают друг с другом никаких соглашений по поводу проведения совместной ценовой политики. Исходя из вышепредложенных начальных условий, необходимо рекомендовать способ, с помощью которого производитель формировал бы рыночную цену и размер партии товара из условия максимизации ожидаемой прибыли с учетом выплаты платежей за загрязнение окружающей среды.

Известно, что на практике зависимость объема реализованной продукции q от рыночной цены p на товар хорошо описывается функцией вида $q=k \cdot p^{-\alpha}$ ($k>0$), где $\alpha>0$ – эластичность по цене. Рассмотрим отношение объема сбыта конкурента к объему сбыта производителя. Получим, что $Q=Q_k/Q_{\Pi}$, где $Q=Q_k/Q_{\Pi}$ – отношение величины сбыта конкурента к величине сбыта производителя, $P=P_{\Pi}/P_k$ – отношение цены товаропроизводителя к цене конкурента, $\alpha>0$ – перекрестная эластичность замещения спроса на товар производителя спросом на аналогичный товар конкурента.

Суммарная выручка товаропроизводителя и его конкурента составит $R = R_{\Pi} + R_k = Q_{\Pi} \cdot P_{\Pi} + Q_k \cdot P_k$. Полагая, что каждый заинтересованный в покупке потребитель стабильно выделяет на товарную группу часть личного бюджета, можно заключить, что платежеспособное население тратит денежную рублёвую

массу в размере Φ , рассматриваемую как константу, до определённой степени не зависящую от цен на товары. Таким образом, получаем, что $R=\Phi$ или $Q_{\Pi} \cdot P_{\Pi} + Q_K \cdot P_K = \Phi$ [2].

Исследуем прибыль производителя $V_{\Pi} = (P_{\Pi} - C_{\Pi})Q_{\Pi} - T$, где C_{Π} – затраты производителя на единицу продукции; T – экологическая выплата. Величина экологической выплаты, в свою очередь, есть следующая величина: $T = k \cdot Q_{\Pi} \cdot \chi_{[0, ПДВ]} + 5 \cdot k \cdot Q_{\Pi} \cdot \chi_{[ПДВ, ВРВ]}$, где $k \equiv k(K_3)$, K_3 – коэффициент экологической опасности; ПДВ – предельно допустимые выбросы; ВРВ – временно разрешенные выбросы; $\chi_{[a,b]} = \begin{cases} 1, & \text{если } x \in [a, b] \\ 0, & \text{если } x \notin [a, b] \end{cases}$

Тогда прибыль производителя переписывается как $V_{\Pi} = (P_{\Pi} - C_{\Pi} - k(\chi_{[0, ПДВ]} + 5 \cdot \chi_{[ПДВ, ВРВ]}))Q_{\Pi}$ или, с учетом вышеприведенных формул,

$$V_{\Pi} = \Phi \left[\frac{P - C}{P + P^{\alpha}} \right], \text{ где } C = \frac{C_{\Pi} + k(\chi_{[0, ПДВ]} + 5 \cdot \chi_{[ПДВ, ВРВ]})}{P_K}.$$

Для решения задачи максимизации прибыли по параметру P следует привлечь численные методы ввиду невозможности аналитического решения уравнения $\partial V_{\Pi} / \partial P = 0$.

В предположении, что реакция населения на рынке нестабильна, можно рассмотреть эластичность α как случайную величину, равномерно распределенную на интервале $[a, b]$. Прибыль, зависящая от эластичности, также будет случайной величиной. Плотность распределения прибыли выразится формулой

$$\rho_{V_{\Pi}}(y) = \frac{1}{y \bar{\Delta} \ln P (yP(\Phi(P - C))^{-1} - 1)}, \text{ где } \bar{\Delta} = V_{\Pi}(b) - V_{\Pi}(a).$$

Отсюда ожидаемая прибыль может быть подсчитана по формуле

$$MV_{\Pi} = \frac{\Phi(P - C)}{P \bar{\Delta} \ln P} \ln \left(\frac{P^{1-a} + 1}{P^{1-b} + 1} \right).$$

Таким образом, применение предложенной модели позволяет товаропроизводителю находить оптимальную цену на товар, при которой прибыль будет максимальной, планировать объемы производства, определять вероятность получения прибыли в заданных границах, учитывая колебания рынка вследствие колебаний спроса, а также, осуществляя экологические платежи, вычислять среднюю прибыль.

Данный способ учета экологической составляющей может быть использован в случае наличия развитой эколого-экономической системы, подразумевающей рассчитанные и выплачиваемые штрафы, налоги или какие-либо ещё экологические выплаты. Незрелость такой системы не должна считаться достойным основанием пренебрежения последствиями воздействия производства на окружающую среду.

В этом случае в расчетах может быть использован показатель коэффициента риска (KR):

$$KR = \frac{\text{ожидаемая величина экономического ущерба}, X_i}{\text{ожидаемая прибыль}}.$$

Экономический ущерб от загрязнения окружающей среды (X_i), как правило, рассчитывается отдельно для различных компонентов природы. Для пояснения принципа расчета формулы величины X_i рассматривается оценка экономического ущерба от загрязнения атмосферы:

$$X_i = \gamma_a f \sum_j \delta_j \sum_i A_i M_i,$$

где γ_α – нормирующая константа, переводящая уровень загрязнения территории в денежный эквивалент, значение которой предполагалось уточнить в соответствии с изменениями экономической ситуации, в настоящее время её величина составляет 40 руб./усл.т;

f – поправка (безразмерная), учитывающая характер рассеивания примеси в атмосфере и необходимая для оценки силы загрязнения;

δ_j – коэффициент (безразмерный) относительной опасности загрязнения атмосферного воздуха над территориями различного типа данного региона;

j – индекс территории;

A_i – показатель относительной опасности агрессивности i -го вредного вещества, усл.т/т выброса;

M_i – масса выброса i -го загрязнителя, т/год [3].

Формула расчета ожидаемой прибыли будет выглядеть следующим образом:

$$M\tilde{V}_n = \frac{\Phi(P - \tilde{C})}{P\Delta \ln P} \ln \left(\frac{P^{1-a} + 1}{P^{1-b} + 1} \right), \quad \text{где} \quad \tilde{C} = \frac{Cn}{Pk}.$$

Формула расчета коэффициента риска для предприятия, осуществляющего выбросы в атмосферу, будет выглядеть следующим образом:

$$KR = \frac{Xi}{M\tilde{V}_n}.$$

В теории риска вводятся области значения KR :

- в интервале от 0 до 0,2 – «пренебрежимый» риск;
- 0,2-0,5 – «приемлемый»;
- 0,5-1 – «критический»;
- 1 – «недопустимый».

Такой вариант математической модели позволяет сопоставить интересы производства и степени воздействия на окружающую среду в денежном измерении, делает возможным прогнозировать ситуацию в случае размещения предприятия в том или ином регионе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Природопользование / Под ред. Э.А. Арустамова. М., 1999.
2. Пугачёв В.Ф., Пителин А.К. Инфляция в технологически отсталой монополизированной экономике // Экономика и математические методы. 1995. Т.31, вып. 1. С. 124-127.
3. Тихомиров Н.П., Потравный И.М., Тихомирова Т.М. Методы анализа и управления эколого-экономическими рисками. М., 2003.

MATHEMATICAL MODEL OF MAXIMIZATION OF THE PROFIT WITH ALLOWANCE FOR OF EKOLOGI-ECONOMIC DAMAGE PLOTTED TO AN ENVIRONMENT

V.E. Dombrovskya

In activity the problem of the registration of ecological component is considered at formation by the commodity producer of a market price (in presence in the market of the competitor) with the purpose of obtaining the maximum profit. The mathematical model is offered, which one allows to compare concerns of production and degree of an environmental effect in money measurement; makes possible to forecast a situation in case of accommodation of firm in this or that locale.