

## ПРОСТАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЫНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЛИЦЕНЗИЙ

© 1995 г. Бочаров Е.П.

(Саратов)

Одним из эффективных механизмов регулирования взаимоотношений между региональным природоохранным органом (РПО) и предприятиями-загрязнителями окружающей среды может стать рынок экологических лицензий [1-3]. Опыт создания рынка лицензий на выбросы сернистого ангидрида (одного из основных загрязнителей атмосферы тепловыми электростанциями) накоплен в США [2].

Наиболее серьезная модель разработана авторами [4], где решалась оптимизационная задача квадратичного программирования. Это не позволило в полной мере учесть существенно нелинейную зависимость затрат на очистку от степени снижения выбросов. Кроме того, в этой модели не отражены важные особенности рыночного механизма, в первую очередь – зависимость цен на лицензии от объема их предложения. Ниже предлагается модель рынка экологических лицензий, которая в некоторой степени свободна от указанных недостатков и, кроме того, сформулирована с использованием принятых в отечественной практике нормативных параметров источников – предельно допустимых выбросов (ПДВ).

Рассматриваются  $N$  предприятий региона, причем каждое представлено одним источником выбросов с секундным выбросом  $M_i$ , ПДВ $_i$ , зависимостью затрат на очистку выбросов  $Z_i(M_i)$ ,  $i = 1, \dots, N$  – номер предприятия  $i$ . Издержки предприятия  $F_i$ , связанные с охраной окружающей среды, включают затраты на очистку  $Z_i(M_i)$ , а также плату за лицензию на выброс

$$F_i = Z_i(M_i) + \Pi(M_1, \dots, M_N)(M_i - \text{ПДВ}_i), \quad (1)$$

где  $\Pi$  – цена лицензии за выброс единицы массы вредного вещества.

Региональный природоохранный орган (РПО) устанавливает предельный объем поступающих на рынок лицензий  $M_S$ , а также начальную (минимальную) цену лицензии  $\Pi_0$ . Очевидно, что  $\Pi$  увеличится с уменьшением предложения на рынке лицензий. Нами использовалась простейшая линейная зависимость  $\Pi$  от объема предлагаемых к продаже лицензий, причем отношение максимальной цены (когда весь объем  $M_S$  раскуплен предприятиями) к  $\Pi_0$  варьировался в пределах 2–6. Такой подход оправдан спецификой рынка экологических лицензий, на котором общее предложение лицензий определяется не в результате действия рыночных механизмов (как, например, в обычном товарном рынке), а РПО, исходя из ассимиляционного потенциала окружающей среды данного региона [3]. Тем не менее, как и на всяком другом, на рынке экологических лицензий цена прав на выбросы устанавливается в результате свободной конкуренции покупателей.

Поведение каждого предприятия на рынке экологических лицензий определяется его стремлением минимизировать свои экологические издержки

$$F_i \rightarrow \min, \quad i = 1, \dots, N. \quad (2)$$

Таким образом, мы имеем дело с  $N$ -критериальной оптимизационной задачей, причем анализ соответствующих множеств Парето должен помочь оценить эффективность рынка экологических лицензий.

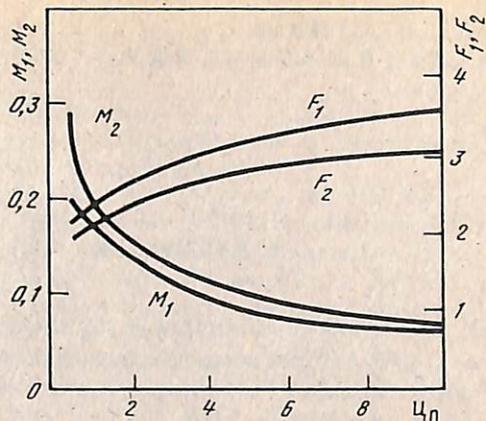
Рассмотрим конкретный пример, в котором только два предприятия – теплоэлектро-

станции, работающие на угле и применяющие в качестве очистных сооружений электро-фильтры [5]. Удобно использовать в дальнейшем нормированные безразмерные секундные массы выбросов  $M_i$  [5]. Регрессионная зависимость затрат на очистку от  $M_i$  запишется следующим образом (на основе цен 1989 г.) [5]

$$Z_i (\text{коп/с}) = 0,98 M_i^{-0,39}. \quad (3)$$

Множество Парето для задачи (1)–(2) отыскивалось методом случайного поиска [5] при различных  $C_0$ ; ПДВ<sub>1</sub> принималось равным 0,01, а ПДВ<sub>2</sub> – 0,05.

Наиболее важный результат оптимизационных расчетов состоит в том, что множество Парето представляет собой точку в плоскости  $M_1 - M_2$ , отклонение от которой невыгодно обоим предприятиям. Этот вывод справедлив и при  $N > 2$  и, как показали расчеты, не зависит от конкретного вида  $C$  ( $M_1, M_2$ ) (при условии роста  $C$  с уменьшением объема оставшихся на рынке лицензий). На рисунке представлены зависимости минимизированных  $F_1, F_2$  и соответствующих  $M_1$  и  $M_2$  от  $C_0$ . Снижению выбросов в 3,5 раза соответствует рост издержек в 1,6 раза, что свидетельствует об эффективности рассматриваемого механизма.



Зависимости минимизированных издержек предприятий  $F_1$  и  $F_2$  и масс выбросов  $M_1$  и  $M_2$  от начальной цены лицензии на выброс единицы массы выбросов  $C_0$  (использованы нормированные безразмерные параметры, введенные в [5])

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Корб Б., Начилхаут П. Экономические стимулы охраны окружающей среды в США // Экономика и мат. методы. 1992. Т. 28. Вып. 5–6.
2. Гаврилова Ю.Ю. Рынок экологических лицензий: основные проблемы и опыт их решения в США // Экономика и мат. методы. 1991. Т. 27. Вып. 6.
3. Голуб А.А., Гофман К.Г. Экономические механизмы управления глобальными природными процессами // Экономика и мат. методы. 1992. Т. 28. Вып. 5–6.
4. Atkinson S.E., Tietenberg T.H. The Empirical Classes Properties of Two Classes of Design for Transferable Discharge Permit Markets // J. Environ. Econ. Manag. 1982. V. 9. № 2.
5. Бочаров Е.П. Статистические модели в оптимизационных эколого-экономических задачах. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1991.

Поступила в редакцию  
26 VII 1994