

Оценка влияния атмосфероохранных затрат на эффективность производства

*А. Телиженко,
Сумский государственный университет (Сумы, Украина)*

В статье рассматриваются теоретические и методологические подходы к анализу влияния атмосфероохранных затрат на эффективность производства. Рассматривается динамическая экономико-математическая модель структурирования материальных производственных потоков типа «вход – выход» с выделением атмосфероохранных затрат. Полученное дифференциальное уравнение позволяет исследовать влияние изменения цен факторов производства на вновь созданную стоимость.

In clause the methodological approaches to the analysis of influence protection of atmospheric air of expenses for a production efficiency are offered. The dynamic economic-mathematical model structure of material industrial flows such as «an input – output» with allocation protection of atmospheric air of expenses is considered. The received differential equation allows to investigate influence of change of the prices of the factors of manufacture on again created cost.

Постановка задачи

При оптимизации природоохранных затрат общепризнанной является модель «экономический ущерб – затраты предотвращения» [1, с. 214-221], суть которой заключается в определении минимальных суммарных (производственных и социальных) издержек. Соглашаясь, в принципе, с данными подходом к оптимизации, считаем необходимым уточнить его экономическую сущность. Повышение эффективности подавления выбросов может быть воспринято предприятиями как социальный заказ конечного потребителя. При этом, повышение цен на основную продукцию вкладывается в рамки так называемого принципа «коллективной ответственности», предусматривающего возмещение издержек подавления выбросов за счет конечных потребителей. Но повышение цен следует рассматривать не только как результат увеличения издержек на подавление выбросов. Поскольку платежи за потребление продукции, как правило, носят не авансовый характер, непосредственно для предприятия источником финансирования природоохранных мероприятий является часть ресурсов, которые изначально планировались для потребления в основном производственном процессе. Следовательно, возможное повышение цен на промышленные товары и услуги следует воспринимать как авансирование конечным потребителем мероприятий, направленных на улучшение качественных характеристик окружающей природной среды. Такое авансирование вовсе не является безвозмездным. Конечный потребитель вправе ожидать (после проведения

природоохранных мероприятий) снижения своих собственных расходов в социальной сфере.

Если авансовые платежи не произведены, предприятия-изготовители вынуждены для соблюдения стандартов качества окружающей среды направлять часть своих ресурсов на природоохранные нужды. Такое перераспределение оказывает определенное влияние на эффективность факторов производства, находящихся в распоряжении предприятий-изготовителей промышленной продукции. На рис. 1 показан принципиальный характер влияния природоохранных затрат на эффективность факторов производства.

Пусть $U(K, L, M, t)$ – кривая производственных возможностей предприятия. $C(E)$ – функция зависимости атмосфероохранных затрат от степени подавления выбросов, а E – степень подавления выбросов. Точка A отвечает крайнему положению при $C(E) = 0$. В этом случае все факторы производства направляются в основное производство, и их продуктивность будет максимальной. Точка B соответствует положению, когда степень подавления выбросов $C(E) = 100\%$, а атмосфероохранные затраты стремятся к гипотетическому максимуму¹. В этом случае все факторы производства направляются на природоохранные мероприятия. Очевидно, что крайних положений A и B быть не может.

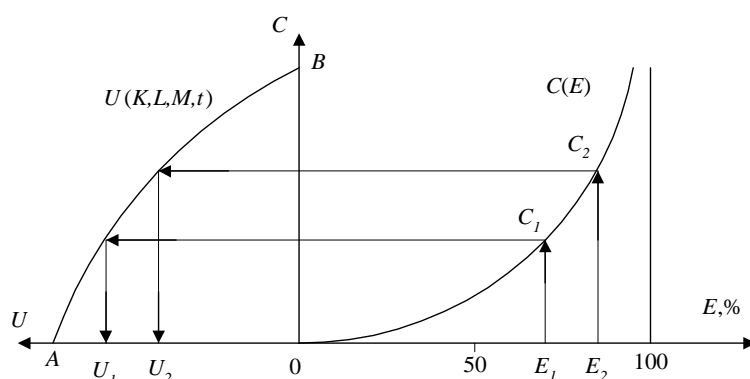


Рис. 1 Общий характер влияния природоохранных затрат на эффективность факторов производства.

При увеличении степени подавления от E_1 до E_2 , природоохранные затраты будут увеличиваться от C_1 до C_2 , соответственно. А это, в свою очередь, приводит к перераспределению факторов производства из сферы основного производства в природоохранную. Как следствие, при прочих равных условиях снижается их продуктивность. Следовательно, задача заключается в оценке влияния природоохранных затрат на снижение продуктивности факторов производства. Только с учетом такой оценки можно установить истинное значение природоохранных затрат.

¹ Состояние, когда $E = 100\%$ практически недостижимо. При этом $C(E)$, асимптотически приближаясь к $E = 100\%$ – стремится к бесконечности.

Экономико-математическая модель

Рассмотрим некоторое однопродуктовое производство. На входе имеются три агрегированных потока: капитал K , трудовые ресурсы L и материальные ресурсы M с их соответствующими ценами p_k , p_l и p_m . На выходе – продукция $Y = f(K, L, M, t)$. Производство рассматривается в динамике. С этой целью вводится параметр t – время.

Как правило, оператор преобразования ресурсов в готовую продукцию, меньше единицы. Часть ресурсов, в виде отходов основного производства, поступает в окружающую среду, что можно рассматривать как непроизводительную их трату. Если исходить с позиций производства, то экономическим выражением непроизводительной траты части материальных ресурсов будут затраты на соблюдение стандартов качества окружающей среды. Эти затраты будут оказывать непосредственное воздействие на эффективность факторов производства. Здесь возникает два, принципиально отличающихся в технологическом смысле, варианта. Первый – при неизменном количестве и качестве ресурсов на входе, объем выпуска продукции на выходе будет меньше (при неизменном операторе преобразования). Второй – при неизменном выпуске продукции на выходе потребуются большее количество (или более высокое качество) ресурсов на входе. Экономическое же содержание, как первого, так и второго варианта одно – рост удельных расходов ресурсов на выпуск единицы продукции.

В любом случае производство изменяет свою ресурсную структуру. Одной из наиболее разработанных форм моделей с переменной структурой являются линейные регрессионные модели с переключением, которые, по существу, являются кусочно-линейными. Пусть $X = \{K, L, M, \dots, X_n, t\}$ представляет собой некоторый набор входных признаков. Тогда каждое конкретное описание $x = \{k, l, m, \dots, x_n, t\}$ есть точка в n -мерном признаковом пространстве R_x . Выходной, результирующей показатель обозначим через Y_i , а его конкретное текущее значение – y . Функционал $y_i = f(x, \theta)$ дает возможность на основе x получить прогнозируемое значение y . Здесь θ – вектор параметров.

Модель с переменной структурой имеет вид $y = f(x, \theta(x))$, где вектор θ сам является функцией от X . Такая модель должна строиться на основе анализа выборочной информации F , представляющей собой совокупность m реализаций (y, x) , то есть $F = \{(y_{it}, x_{it}), i = 1, \dots, m\}$. С точки зрения охраны окружающей среды количество и сам вектор реализаций (y_{it}, x_{it}) во времени будет определяться характером зависимости затрат от степени подавления выбросов. Сам же характер зависимости природоохранных затрат можно определить только на базе статистической выборки данных об уже имевших место реализациях (y_{it}, x_{it}) .

Для упрощения теоретических рассуждений предположим, что в исходной модели производства на входе материальный поток M разделен на два – M_1 и M_2 . M_1 – производительный материальный поток, M_2 – непроизводительный², требуемый для соблюдения стандартов качества окружающей среды. Предположим, также, что M_2 пропорционален потерям производительного материального потока³:

$$M_2 = M_1 e \alpha, \quad (1)$$

где e – выбросы загрязняющих веществ (отходы) в размерности на единицу материального входа; α – коэффициент пропорциональности ($\alpha > 0$).

Так как

$$M = M_1 + M_2 = M_1 + M_1 e \alpha, \quad (2)$$

то

$$M = M_1 (1 + e \alpha). \quad (3)$$

С учетом трех агрегированных потоков на входе капитала, трудовых и материальных ресурсов, а также их соответствующих цен, стандартная оптимизационная модель будет иметь вид:

$$C(Y, p_k, p_l, p_m^0, t) = \min_{K, L, M} \{p_k K + p_l L + p_m^0 M\}. \quad (4)$$

Если M заменить выражением $M_1(1 + e \alpha)$, модель (4) будет иметь вид:

$$C(Y, p_k, p_l, p_m, t) = \min_{K, L, M_1} \{p_k K + p_l L + p_m^0 (1 + e \alpha) M_1\}, \quad (5)$$

с учетом того, что $Y = f(K, L, M, t)$.

В формуле (5) $p_m = p_m^0 (1 + e \alpha)$ – цена единицы материального ресурса, которая состоит из цены p_m^0 единицы производительного материального ресурса и затрат на охрану окружающей среды при использовании одной единицы производительного материального ресурса – $M_1 p_m^0 e \alpha$.

Практика показывает, что удельные затраты на охрану окружающей среды зависят от уровня (степени) подавления выбросов/сбросов⁴. Поэтому коэффициент пропорциональности α не может быть постоянным. Он зависит от

² Термин «непроизводительный» в данном случае употребляется условно. Мы понимаем, что материальные потоки M_1 и M_2 на самом деле, являются производительными.

³ В частности, у А.Эндреса отмечается, что «...О потере пользы речь идет не только в связи с ущербом окружающей среде, но и в связи с затратами на предотвращение ущерба, которые представляют утрату пользы при отказе от использования ресурсов для альтернативной, например, потребительской цели» [2, с. 30].

⁴ В дальнейшем, для однозначности понимания, будем говорить о подавлении выбросов в атмосферный воздух.

степени подавления выбросов ($0 \leq \alpha \leq 1$). Тогда коэффициент пропорциональности α можно записать как:

$$\alpha = c(E) E, \quad (6)$$

где $c(E)$ – удельные затраты на подавление выбросов загрязняющих веществ, которые функционально зависят от степени подавления выбросов, ден. ед./тонну выбросов.

Тогда, с учетом (6), цена единицы материального ресурса будет определяться как:

$$p_m = p_m^0 + p_m^0 \cdot e \cdot \alpha = p_m^0 + p_m^0 \cdot c(E) \cdot E \cdot e, \quad (7)$$

где p_m^0 – цена единицы материального ресурса в некотором базовом году, ден. ед./ ед. ресурса; $c(E)$ – реальная стоимость подавления выбросов загрязняющих веществ в составе цены материального ресурса, ден. ед./т.

Реальная стоимость подавления выбросов загрязняющих веществ в составе цены материального ресурса $c(E)$ монотонно увеличивается с ростом степени подавления выбросов. Следовательно, p_m^0 увеличивается пропорционально $c(E)$. С точки зрения производства это воспринимается как увеличение на входе доли непроизводительного материального потока.

Для измерения полной производительности факторов производства, используем функцию стоимости:

$$C = C(Y, p_k, p_l, p_m, t), \quad (8)$$

где p_m – определяется в соответствии с формулой (7).

Следовательно, правая сторона модели (5) $C = p_k K + p_l L + p_m M_1$ представляет собой затраты на производство продукции в количестве Y . Затраты на материальные ресурсы состоят из производительных M_1 и непроизводительных (затраты на охрану окружающей среды) расходов⁵:

$$p_m M_1 = p_m^0 M_1 + p_k^0 \cdot c(E) E \cdot e \cdot M_1. \quad (9)$$

Чтобы исследовать изменение всей совокупности производственных факторов как различие уровня затрат во времени, прологарифмируем функцию (8) и продифференцируем по времени:

⁵ Этот подход можно расширить и на другие факторы производства: капитал, труд, энергию и т.п.

$$\frac{d \ln C}{dt} = \frac{\partial \ln C}{\partial \ln Y} \frac{d \ln Y}{dt} + \frac{\partial \ln C}{\partial \ln p_k} \frac{d \ln p_k}{dt} + \frac{\partial \ln C}{\partial \ln p_l} \frac{d \ln p_l}{dt} + \frac{\partial \ln C}{\partial \ln p_m} \frac{d \ln p_m}{dt} + \frac{\partial \ln C}{\partial t}. \quad (10)$$

В соответствии с леммой Шефарда [3], логарифмические производные функции стоимости относительно цен p_k , p_l и p_m единицы рассматриваемых ресурсов и логарифмическая производная функции стоимости C относительно выпуска продукции Y , соотносятся через эластичность стоимости (cost elasticity) – $\varepsilon_{C,Y}$. Следовательно, индекс уменьшения стоимости как мера роста производительности может быть записан следующим образом:

$$\frac{\partial \ln C}{dt} = \frac{d \ln C}{dt} - \varepsilon_{C,Y} \frac{d \ln Y}{dt} - \frac{p_k K}{C} \frac{d \ln p_k}{dt} - \frac{p_l L}{C} \frac{d \ln p_l}{dt} - \frac{p_m M_1}{C} \frac{d \ln p_m}{dt}. \quad (11)$$

Цена материального ресурса будет изменяться при изменении базовой цены p_m^0 и/или при изменении степени подавления выбросов:

$$\frac{dp_m}{dt} = (1 + c(E) \cdot E \cdot e) \frac{dp_m^0}{dt} + p_m^0 [c'(E) \frac{dE}{dt} E \cdot e + c(E) \frac{dE}{dt} \cdot e],$$

или в логарифмической форме

$$\frac{d \ln p_m}{dt} = \frac{p_m^0 M_1}{p_m \cdot M_1} (1 + c(E) \cdot E \cdot e) \frac{d \ln p_m^0}{dt} + \frac{C^R}{p_m M_1} \frac{d \ln E}{dt} \left[\frac{d \ln c(E)}{d \ln E} + 1 \right], \quad (12)$$

где $C^R = p_m^0 \cdot c(E) \cdot E \cdot e \cdot M_1$ – затраты на подавление выбросов; $c'(E)$ – условно-переменные удельные затраты на подавление выбросов загрязняющих веществ, которые определяются технологией ведения основного производственного процесса, типом сжигаемого топлива и т.п.

Подставив значение (12) в (11) и обозначив долю соответствующих факторов в суммарных затратах на производство продукции Y через w_j ($j = K, L, M_1$), имеем:

$$\frac{\partial \ln C}{\partial t} = \frac{d \ln C}{dt} - \varepsilon_{C,X} \frac{d \ln X}{dt} - w_K \frac{d \ln p_k}{dt} - w_L \frac{d \ln p_l}{dt} - w_{M_1}^0 \frac{d \ln p_m^0}{dt} - \frac{C^R}{C} \cdot \left[\frac{d \ln p_m}{dt} + \frac{d \ln E}{dt} + \frac{d \ln c(E)}{d \ln E} \frac{d \ln E}{dt} \right], \quad (13)$$

при $w_{M_1}^0 = p_m^0 \cdot M_1 / C$.

Выводы

Дифференциальное уравнение (13) дает общее представление о влиянии изменения цен факторов производства на вновь созданную стоимость.

Выражение в скобках характеризует влияние природоохранных затрат на продуктивность использования производственных факторов.

Первое слагаемое характеризует влияние изменения цен материальных ресурсов на их долю в общих природоохранных затратах. Вполне очевидно, что с ростом цен на материальные ресурсы и при неизменной технологии производства будет увеличиваться их удельный вес и в природоохранных затратах. Экологическая цена, или, по-другому, социальная цена единицы продукции, будет увеличиваться. Производство в этом случае вынуждено увеличивать долю непроизводительного материального потока M_2 в общем материальном потоке M .

Два других слагаемых показывают, что качество окружающей среды (вернее, его соблюдение) является «дополнительным» фактором производства. Повышение требований к качеству окружающей среды влечет за собой увеличение цены материальных факторов производства. Причем такое увеличение цены можно рассматривать как внутривыпускное. Вследствие изменения структуры материального потока на входе в сторону увеличения M_2 и при неизменном M , производительный материальный поток M_1 уменьшится. Это значит, что: а) при неизменном M – уменьшится выпуск продукции Y ; б) при постоянном выпуске продукции Y должен увеличиться входной материальный поток M , чтобы компенсировать возрастание непроизводительного потока M_2 . Причем, третье слагаемое характеризует предельные природоохранные затраты, выраженные в терминах эластичности к степени подавления выбросов.

Дифференциальное уравнение (13) позволяет проанализировать влияние природоохранных затрат на производительность факторов производства. Вместе с тем, это уравнение не является самодостаточным. Наиболее важной является проблема определения функции зависимости атмосфероохранных затрат от степени подавления выбросов. Очень важно также точно определить базовый уровень подавления выбросов. От этого во многом зависит обоснованность оценок атмосфероохранных затрат и их влияние на производительность факторов производства.

При анализе влияния природоохранных затрат на производительность факторов производства мы исходили из двух допущений: природоохранные затраты всегда имеют прямое воздействие на капитал и материальные ресурсы; другие факторы производства, например, рабочая сила, не изменяются; капитал и материальные ресурсы должны быть разделены на «производительную» и «непроизводительную» компоненты. Здесь необходимо дать комментарий по сути принятых допущений.

Первое. Требования по снижению загрязнения окружающей среды могут быть выполнены различными способами. Мы рассматривали только изменения на

входе потоков капитала и материальных ресурсов. Практически возможна внутренняя реорганизация производственного процесса. Это не обязательно приведет к увеличению входных потоков капитала и материальных ресурсов. Возможна и обратная ситуация. Например, ужесточение требований водопотребления и водоотведения побудило организовать во многих отраслях промышленности замкнутые водооборотные циклы. Это, в конечном итоге, привело к снижению затрат на водопотребление. В некоторых случаях строительство более эффективных пылегазоочистных установок и комплексов требует повышения квалификации рабочей силы или ее количества. А это, в свою очередь, приводит к изменениям во входных потоках как рабочей силы, так и капитала.

Второе. Разделение капитала и материальных ресурсов на «производительную» и «непроизводительную» компоненты является очень сложной проблемой. В связи с этим еще раз подчеркнем, что разделение комплексных затрат носит условный характер и зависит, прежде всего, от обоснованности отнесения тех или иных элементов основных фондов к принятому производственному назначению.

Вместе с тем, принятые допущения не могут быть препятствием в теоретических исследованиях и не дают оснований отвергать полученные общие выводы.

Литература

1. Балацкий О.Ф. Экономика чистого воздуха. – К.: Наукова думка, 1979. – 296 с.
2. Ендрес А. Економіка навколишнього середовища. Вступ / Пер. з нім. – К.: Либідь, 1995. – 168 с.
3. Conrad K., Wastl D. The Impact of Environmental Regulation on Productivity in German Industries. – Mannheim: Mannheim University, 1996. – 25 p.