

## 08.00.13. – МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ В ЭКОНОМИКЕ

УДК 336.2  
ББК 65.261.41

Скитер Наталья Николаевна,

к. э. н., доцент кафедры экономического анализа и финансов  
Волгоградской государственной сельскохозяйственной академии,

г. Волгоград,

e-mail:ckumer@mail.ru

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ НАЛОГОВЫХ ПЛАТЕЖЕЙ ЗА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ВЫБРОСЫ

#### MODELING OF OPTIMAL TAX PAYMENTS FOR PRODUCTION EMISSIONS

*В статье рассматриваются модели определения оптимального налога на загрязнение в условиях конкуренции и в условиях монополии, проблемы установления оптимальных налоговых платежей за производственные выбросы при условии, что уровень инновации является эндогенным параметром. Анализируется оптимальный налог на загрязнение при конкуренции в производственном секторе и экзогенной технологии, определяется оптимальная налоговая ставка на загрязнение монополиста в условиях, когда он разрабатывает собственную экологически чистую технологию. Рассматривается оптимальная налоговая ставка на загрязнения в случае, когда функция, описывающая ущерб от загрязнения, является линейной и нелинейной.*

*The article deals with the model determining the optimal tax on pollution in a competitive environment and under conditions of monopoly, the problem of establishing the optimal tax payments for industrial emissions, provided that the level of innovation is an endogenous parameter. We analyze the optimal tax on pollution under competition in the manufacturing sector and exogenous technology, define the optimal tax rate for pollution monopolist in an environment, where it develops its own environmental-friendly technologies. We consider the optimal tax rate on pollution in the case, when the function describing the harm from pollution is a linear and nonlinear.*

*Ключевые слова: уровень загрязнения, налоги на производственные выбросы, моделирование налоговых платежей, издержки, предельные издержки, лицензионный платеж, анализ, конкуренция, монополия, эндогенные параметры, экзогенные параметры.*

*Keywords: level of pollution, taxes on industrial emissions, modeling of tax payments, costs, marginal costs, royalty, analysis, competition, monopoly, endogenous parameters, exogenous parameters.*

#### 1. Введение

Согласно общепринятым представлениям экономики природопользования общественно оптимальным уровнем

загрязнения окружающей среды является уровень загрязнения, соответствующий точке пересечения стоимости предельного продукта производства и предельных внешних издержек от загрязнения<sup>1</sup> (предельных ущербов окружающей среде) (рис. 1).

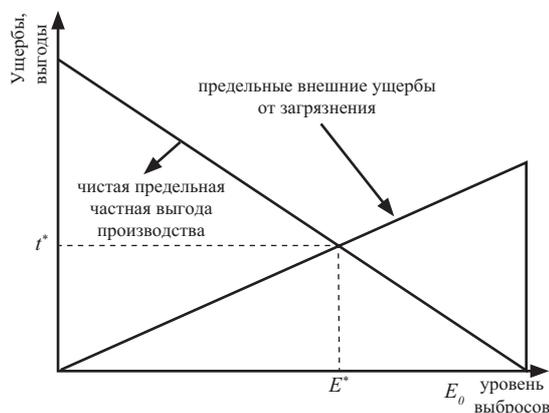


Рис. 1. Оптимальный налог на загрязнение при конкуренции в производственном секторе и экзогенной технологии

В условиях конкуренции и нулевой интернационализации издержек загрязнения окружающей среды частный производственный сектор будет производить при количестве загрязнений  $E_0$ , в которой стоимость предельного продукта равна нулю. Парето-эффективное решение может быть достигнуто введением налога на загрязнения, равного  $t^*$ , или выпуском количества  $E^*$  продаваемых разрешений на загрязнения. Потенциальный эффект благосостояния, получаемый за счет этой политики, представляет собой заштрихованный треугольник на рис. 1. Однако этот анализ предполагает, что состояние технологии задается экзогенно. Если технологический прогресс является эндогенным фактором, то новая производственная технология, устраняющая часть выбросов загрязнений (например, газоочиститель диоксида серы, каталитический конвертор или новый процесс разложения химических загрязнений на нетоксичные компоненты), приводит к сдвигу вниз кривой предельных ущербов окружающей среде на рис. 1.

<sup>1</sup> Сломан, Дж. Экономикс / Дж. Сломан. – СПб.: Питер, 2005.

В пункте 2 рассматриваются проблемы определения оптимального налога на загрязнения при условии, что уровень инновации является эндогенным параметром. Представлена модель, в которой предполагается, что в выпуске продукции каждой из производственных фирм содержится единица загрязнений, а конкурирующие научно-исследовательские фирмы разрабатывают по одному проекту, направленному на разработку технологии, устраняющей часть загрязнений без изменения частных производственных издержек. Предполагается, что разработавшая новую технологию исследовательская фирма получает патент, создающий монопольную власть. Вероятность разработки более чистой технологии зависит от количества разрабатываемых проектов. Производственные фирмы облагаются налогом на вредные выбросы и поэтому заинтересованы в лицензировании патентованной технологии, снижающей объем вредных выбросов<sup>2</sup>. При линейной функции, описывающей ущерб от загрязнения (ущерб от вредных выбросов является линейной функцией количества производственных фирм), оптимальная налоговая ставка ниже ставки, соответствующей уровню загрязнений, по двум причинам: во-первых, предложение инноваций неэластично по количеству исследовательских фирм, а во-вторых, из-за монопольного установления цены фирмой-обладателем патента распространение новой технологии ниже общественно эффективного уровня. Снижение налоговой ставки приводит к снижению лицензионного платежа и ускоряет распространение инновации.

В пункте 3 рассматривается оптимальная налоговая ставка на загрязнения в случае, когда функция, описывающая ущерб от загрязнения, является нелинейной (выпуклой). В этом случае оптимальная налоговая ставка также ниже ставки, соответствующей предельным внешним издержкам. Прибыль обладателя патента в этом случае превосходит общественную выгоду от инновации при ставке налога, соответствующей оптимальному уровню загрязнений, тем самым приводя к избыточному уровню инвестиций в инновации. Это в основном имеет место потому, что предельная прибыль обладателя патента от лицензирования постоянна, в то время как предельный общественный выигрыш убывает.

В пункте 4 предложенная модель распространена на ситуацию, когда производственные фирмы используют собственную, хотя и несовершенную, имитацию патентованной технологии, если лицензионный платеж за оригинальную технологию слишком высок. Это ограничивает монопольную власть владельца патента и соответственно возможность присвоения им полного общественного выигрыша от инновации. В этом случае налоговая ставка может превосходить ставку, соответствующую предельному уровню загрязнений, если совокупный эффект монопольного владения патентом и эластичности предложения инноваций превосходит компенсацию, связанную с ограниченной возможностью обладателя патента присвоения выигрыша от инноваций.

В параграфе 5 определена оптимальная налоговая ставка на загрязнения монополиста в условиях, когда он разрабатывает собственную экологически чистую

технологии. Внедрение новой технологии сокращает частные издержки монополиста и общественные предельные издержки производства, так что оптимальная налоговая ставка в этом случае может превосходить налоговую ставку, соответствующую предельному уровню загрязнений, особенно при линейной функции ущерба от загрязнений. Эффект, связанный с эластичностью предложения инноваций, в этом случае отсутствует; кроме того, монополисту не удастся присвоить полный общественный излишек от инновации (выигрыш потребителя благодаря снижению цены в ответ на более низкие предельные производственные издержки).

## 2. Оптимальные налоги на загрязнение при наличии конкуренции в научно-исследовательском и производственном секторах и линейной функции ущерба окружающей среде

В этом разделе предлагается модель конкурентного производства и исследовательского сектора. Объем производства продукции отрасли описывается функцией  $b(q)$ , где  $q$  – число производственных фирм, причем  $b' > 0$ ,  $b'' < 0$ . В этом разделе будем предполагать, что ущерб от вредных выбросов описывается линейной функцией  $wq$ , причем:

$$0 < w < b'(0).$$

Исследовательские фирмы каждая разрабатывает один проект, направленный на изобретение технологии, позволяющей предотвратить выброс части  $f$  загрязнений в окружающую среду, и не влияющий на частные издержки производства. Эта инновация может представлять собой, например, очистную технологию, новый процесс разложения химических отходов на нетоксичные компоненты, или технологию рецикла. Предположим, что существует  $M$  исследовательских фирм и обозначим через  $p(M)$  вероятность изобретения новой технологии, причем:

$$p'(M) > 0, p''(M) < 0, p(0) = 0, p(\infty) \leq 1.$$

Проекты предполагаются независимыми. В этом разделе полагаем, что полученная инновация не используется при создании новых технологий, что исключает возможность имитации изобретения.

Функция затрат на исследования  $C(M)$  предполагается выпуклой, так что:

$$C'(M) > 0, C''(M) \geq 0,$$

(это может быть связано с недостатком квалифицированных специалистов). Рыночная цена новой технологии равна  $C'(M)$ , т. е. альтернативным издержкам общества на создание дополнительной технологии. Все другие рынки в экономике предполагаются неискаженными, и все налоговые поступления возвращаются в виде единовременных субсидий. Поэтому эффекты благосостояния, связанные с экономической интервенцией, полностью соответствуют изменениям эффективности рынка новых технологий и рынка контроля загрязнений.

Предполагаем, что исследовательская фирма, успешно разработавшая новую более чистую технологию, получает патент. Ожидаемая вероятность получения фирмой патента составляет:

$$\frac{p(M)}{M} \tag{1}$$

<sup>2</sup> Рюмина Е. В. Анализ эколого-экономических взаимодействий / Е. В. Рюмина. – М.: Наука, 2000.

Предположим, что на производственную фирму накладывается налог в размере  $t$  на единицу вредных выбросов в окружающую среду. Если производственные фирмы имеют доступ к старой технологии, они будут входить на рынок до тех пор, пока не будет достигнуто равенство  $b'(q(t)) = t$ . Каждая фирма будет готова платить максимальное значение  $\theta t$  за лицензирование новой технологии вплоть до значения  $q(t)$ , поскольку это результирующее снижение налога. Сверх  $q(t)$  фирмы готовы платить разность между стоимостью предельного продукта и  $(1 - \theta)t$  для вхождения в рынок с более чистой технологией. Поэтому кривая производного спроса для обладателя патента есть  $acd$  на рис. 2. Инновация предполагается незначительной, так что предельная прибыль обладателя патента отрицательна при  $q(t)$ , поэтому обладатель патента назначает лицензионный платеж  $\theta t$  и получает прибыль  $\theta t q(t)$ . Заметим, что предельная прибыль обладателя патента при  $q(t)$  составляет  $\theta t + b''(q(t)) q(t)$  и отрицательна при условии  $|\eta| \theta < 1$ , где  $|\eta|$  – эластичность стоимости предельного продукта по  $q(t)$ .

В литературе<sup>3</sup> приведены оценки  $|\eta|$  для различных загрязнений в окрестности предельных ущербов от загрязнения. Значения  $|\eta|$  меняются от 0,17 до 2,57, а среднее значение приблизительно составляет 1. Основываясь на этих данных, можно заключить, что предельная прибыль обладателя патента может быть положительной, если эластичность  $|\eta|$  больше средней и сокращение загрязнений составляет 50 % или более<sup>4</sup>.

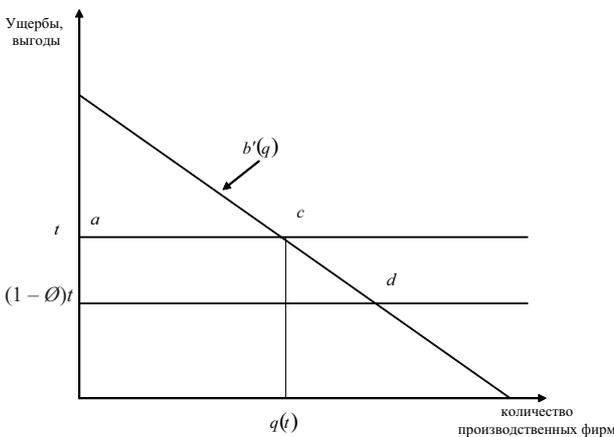


Рис. 2. Кривая производного спроса для обладателя патента при налоге на загрязнение

Используя формулу (1), можно получить уравнение, определяющее количество исследовательских фирм:

$$\frac{p(M)}{M} \theta t q(t) = C'(M), \tag{2}$$

которое показывает, что ожидаемая прибыль в расчете на фирму равна предельным затратам на вхождение в отрасль. Поскольку производственные фирмы платят

$t$  государству в случае отсутствия инноваций, а в случае появления новой технологии  $(1 - \theta)t$  государству и  $\theta t$  обладателю патента, количество производственных фирм в каждом случае определяется условием.

$$c(t) = t \tag{3}$$

Условие выбора оптимальной ставки налога имеет вид:

$$\max_t \{ [1 - \pi(M)] \{ b(q) - wq \} + \pi(M) \{ b(q) - (1 - \theta)wq \} - C(M) \},$$

что соответствует выбору налоговой ставки, максимизирующей ожидаемую прибыль за вычетом издержек на создание новой технологии. Это уравнение дает следующее условие первого порядка

$$(b'(q) - (1 - \pi\theta) \frac{dq}{dt} + (\pi'(M) \theta wq - C'(M)) \frac{dM}{dt} = 0.$$

Подставляя в это уравнение выражения для  $b'(q)$  и  $C'(M)$  из (2) и (3) и преобразуя полученное выражение, получаем

$$t_1^* = w \left\{ \theta(1 - \pi\theta) \frac{\pi'(M)}{\pi(M) / M} \right\}$$

где

$$\theta = \frac{\frac{dq}{dt}}{\frac{dq}{dt} - \theta q \frac{\pi(M)}{M} \frac{dM}{dt}}$$

и

$$1 - \theta = \frac{-\theta q \frac{\pi(M)}{M} \frac{dM}{dt}}{\frac{dq}{dt} - \theta q \frac{\pi(M)}{M} \frac{dM}{dt}}$$

причем  $0 < \theta < 1$  (поскольку имеют место неравенства  $\frac{dq}{dt} < 0$  и  $\frac{dM}{dt} > 0$ ). (4)

1.  $(1 - \theta\pi)w < w$ , т.е. оптимальной ставки налога при  $\frac{dM}{dt}$ , т.е.  $\theta = 1$ . В силу монопольной цены новой технологии, установленной обладателем патента, распространение инновации субоптимально. При уменьшении ставки налога ниже  $w$  лицензионный платеж уменьшается, что приводит к большему распространению инновации (однако такое снижение ставки налога приводит к дополнительным выбросам при отсутствии новой технологии). Поэтому оптимальная ставка налога соответствует точке, в которой ожидаемая предельная чистая потеря от избыточных выбросов при отсутствии новой технологии  $(1 - \pi)(w - t)$  равна ожидаемой предельной чистой потере от субоптимальных выбросов при наличии новой технологии  $\pi(t - (1 - \theta)w)$  (рис. 3).

<sup>3</sup> Гусев, А. А. Экономика природопользования: от прошлого к настоящему и будущему (научное наследие К. Г. Гофмана) / А. А. Гусев // Экономика и математические методы. – 1995. – Т. 31 (Вып. 4). – С. 7–15.

<sup>4</sup> Рогачев, А. Ф. Моделирование эколого-экономической политики на рынках энергоносителей / А. Ф. Рогачев, Н. Н. Скитер [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://uecs.mcnip.ru> (дата обращения: 12.12.2010).

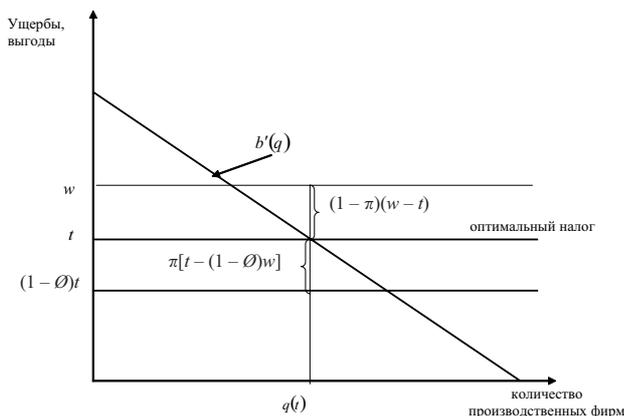


Рис. 3. Оптимальный налог на загрязнение при монопольной цене обладателя патента

2.  $\pi'(M)[\pi(M)/M]^{-1}w < w$ , т. е. оптимальной ставки налога при  $\frac{dq}{dt} = 0$ , т. е.  $\theta = 0$ . Ставка налога меньше, чем  $w$ . Это объясняется экстерналиями, связанными с конкуренцией за патентную ренту: научно-исследовательские фирмы не учитывают влияние своих исследований на снижение вероятности выигрыша патента другими фирмами. Фирмы входят в рынок экологических инноваций до тех пор, пока средняя прибыль в расчете на фирму, а не предельная прибыль равна предельным издержкам. Поскольку кривая средней вероятности открытия  $\pi(M)/M$  лежит выше кривой предельной вероятности  $\pi'(M)$ , это создает общественно избыточный объем научных исследований. Исследования показывают, что эластичность  $\pi'(M)[\pi(M)/M]^{-1}$  меньше единицы. Действительно, если предложение инноваций было бы совершенно эластичным, общественный выигрыш от создания новой технологии был бы полностью уничтожен при ставке налога, равной  $w$ .

Заметим, что  $\theta$  представляет собой часть полного влияния предельного увеличения ставки налога, соответствующего влиянию на выбросы, а  $1 - \theta$  — часть, соответствующую влиянию на инновационную деятельность. Сравнительно с влиянием на выбросы, дополнительный исследовательский проект испытывает влияние с вероятностью  $\frac{\pi(M)}{M}$ , но это влияние будет первого порядка, поскольку приводит к сдвигу на  $\theta$  вниз кривой предельных издержек по сравнению с влиянием второго порядка, соответствующего предельному движению по этой кривой.

### 3. Анализ оптимальной ставки налога при нелинейной функции, описывающей ущерб окружающей среде

При анализе многих проблем экономики окружающей среды выпуклая функция, описывающая ущерб от загрязнения, считается более подходящей, чем линейная (например, когда существуют пороговые значения уровня загрязнений, при достижении которых экосистемам могут быть нанесены значительные ущербы)<sup>5</sup>.

Будем предполагать, что функция, описывающая ущерб от загрязнения, имеет следующий вид:

$$w(q) = \frac{wq^2}{2} \quad \text{— при старой технологии;}$$

$$w[(1-\phi)q] = \frac{w[(1-\phi)q]^2}{2} \quad \text{— при улучшенной}$$

более чистой технологии, причем:

$$w > 0, w \ll b'(0). \tag{5}$$

При данной ставке налога  $t$  в расчете на единицу загрязнений кривая спроса для обладателя патента будет такой же, как и ранее, на рис. 2, поэтому уравнения (2) и (3) также определяют количество исследовательских и производственных фирм.

Используя формулу (5), запишем задачу определения оптимальной ставки налога:

$$\max_t \left\{ [1 - \pi(M)] \left( b(q) - \frac{wq^2}{2} \right) + \pi(M) \left( b(q) - \frac{w[(1-\phi)q]^2}{2} \right) - C(M) \right\}$$

откуда получаем условие первого порядка:

$$(b'(q) - wq[1 - \pi\phi(2 - \phi)]) \frac{dq}{dt} + \left( \pi'(M) \frac{wq^2}{2} \phi(2 - \phi) - C'(M) \right) \frac{dM}{dt} = 0$$

Используя условия (19) и (20) и преобразуя полученное выражение, получаем:

$$t_2^* = w \left\{ \theta [\pi(1 - \phi)^2 + (1 - \pi)] q + (1 - \theta) \frac{\pi'(M)}{\pi(M)/M} \left( 1 - \frac{\phi}{2} \right) q \right\}$$

а  $\theta$  определяется уравнениями (4).

Оптимальная ставка налога в этом случае является взвешенной средней:

1. От  $[\pi(1 - \theta)^2 + (1 - \pi)]wq < wq$ , т. е. оптимальной ставки при  $\frac{dM}{dt} = 0$ , т. е.  $\theta = 0$ . Эта оптимальная ставка соответствует точке, в которой ожидаемая предельная чистая потеря от избыточных выбросов в случае отсутствия инноваций  $(1 - \pi)(wq - t)$  равна ожидаемой чистой потере от субоптимальных выбросов при наличии новой технологии  $\pi[t - w(1 - \theta)^2q]$ .

2.  $\pi'(M)[\pi(M)/M]^{-1} \left( 1 - \frac{\phi}{2} \right) wq$ , т. е. оптимальной ставки при  $\frac{dq}{dt} = 0$ , т. е.  $\theta = 0$ . Налог, равный предельным внешним издержкам от загрязнения, генерирует избыточную деятельность научно-исследовательского сектора по двум причинам: во-первых, потому что эластичность  $\pi'(M)[\pi(M)/M]^{-1}$  меньше единицы (см. параграф 2), поскольку общественный выигрыш от инновации  $\frac{1}{2}wq^2\phi(2 - \phi)$  (это разность площади треугольника с высотой  $wq$  и основанием  $q$  и площади треугольника с высотой

<sup>5</sup> Титенберг, Т. Экономика природопользования и охрана окружающей среды / Т. Титенберг. — М.: Олма-Пресс, 2001.

$(1 - \phi)^2 wq$  и основанием  $q$  равняется части  $1 - \frac{\phi}{2}$  прибыли обладателя патента  $\phi tq$  при  $t = wq$ . Этот избыток прибыли обладателя патента возникает в основном потому, что предельная прибыль обладателя патента от лицензирования постоянна при  $\phi w$ , тогда как предельный общественный выигрыш снижается из-за выпуклости функции, описывающей ущерб от загрязнения.

**4. Оптимальная ставка налога на загрязнение при наличии имитации запатентованной технологии**

В этом пункте рассмотрим проблему выбора оптимальной ставки налога с учетом имитации инновации производственными фирмами. Будем предполагать, что имитация позволяет получить технологию хуже оригинальной запатентованной, поскольку имитатор имеет информацию только о конечном продукте. Поэтому будем считать, что имитация снижает выделение загрязнений на долю  $\mu\phi$ ,  $0 < \mu < 1$  с нулевыми частными издержками на создание имитации. Если лицензионный платеж за чистую технологию превосходит  $(1 - \mu)\phi t$ , производственные фирмы не будут лицензировать эту технологию, поскольку для них более выгодно воспользоваться собственной имитацией. Поэтому обладатель патента может назначить минимальный лицензионный платеж  $(1 - \mu)\phi t$ . Это ограничивает производную кривую спроса для обладателя патента до  $a'c'd'$  (рис. 4).

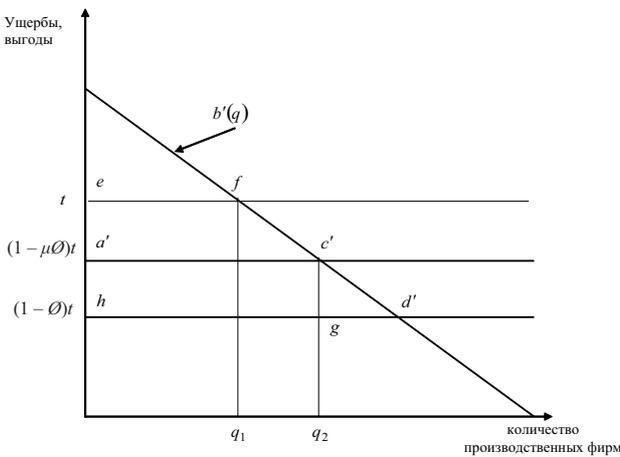


Рис. 4. Кривая спроса для обладателя патента при наличии угрозы имитации

Полные выбросы при отсутствии инновации  $q_1$  и при появлении новой технологии  $q_2$  определяются условиями:

$$\begin{aligned} b'(q_1) &= t, \\ b'(q_2) &= (1 - \mu\phi)t. \end{aligned} \tag{6}$$

Прибыль обладателя патента составляет  $(1 - \mu)\phi tq_2$ , а условие, определяющее количество исследовательских фирм, имеет вид:

$$\frac{\pi(M)}{M} (1 - \mu)\phi tq_2 = C'(M) \tag{7}$$

Задача определения оптимальной налоговой ставки ставится следующим образом:

$$\max_t \{ (1 - \pi(M))(b(q_1) - wq_1) + \pi(M)(b(q_2) - (1 - \phi)wq_2) - C(M) \}$$

что дает условие первого порядка:

$$(1 - \pi)(b'(q_1) - w) \frac{dq_1}{dt} + \pi(b'(q_2) - (1 - \phi)w) \frac{dq_2}{dt} + \{ \pi'(M)(d(q_2) - b(q_1)) + w[\phi q_1 - (1 - \phi)(q_2 - q_1)] - C'(M) \} \frac{dM}{dt} = 0.$$

Используя условия в этом уравнении, после преобразования получаем следующее решение для оптимальной налоговой ставки:  $t_3^* = \lambda t_q^* + (1 - \lambda)t_M^*$ , где

$$t_q^* = \frac{(1 - \pi)w \frac{dq_1}{dt} + \pi(1 - \phi)w \frac{dq_2}{dt}}{(1 - \pi) \frac{dq_1}{dt} + \pi(1 - \mu\phi) \frac{dq_2}{dt}}$$

$$t_M^* = \frac{\pi'(M)}{\pi/M} \left\{ \frac{\phi w q_2 - (w(q_2 - q_1) - [b(q_2) - b(q_1)])}{(1 - \mu)\phi w q_2} \right\}$$

и

$$\lambda = \frac{(1 - \pi) \frac{dq_1}{dt} + \pi(1 - \mu\phi) \frac{dq_2}{dt}}{(1 - \pi) \frac{dq_1}{dt} + \pi(1 - \mu\phi) \frac{dq_2}{dt} - (1 - \mu)\phi q_2 \frac{\pi}{M} \frac{dM}{dt}}$$

Итак, оптимальная ставка налога представляет собой взвешенную среднюю:

1. От  $t_q^*$ , оптимальной ставки налога при  $\frac{dM}{dt} = 0$ , т. е.  $\lambda = 1$ . Эта налоговая ставка соответствует точке, в которой ожидаемая предельная чистая потеря от избыточных выбросов при отсутствии новой технологии  $\pi(w - t) \frac{dq_1}{dt}$  равна ожидаемой предельной чистой потере от субоптимальных выбросов при наличии новой технологии:

$$(1 - \pi)[(1 - \mu\phi)t - (1 - \phi)w] \frac{dq_2}{dt}$$

При  $\mu \rightarrow 1$ ,  $t_q^* \rightarrow w$ , поскольку монополия власть обладателя патента ликвидируется, тогда как при  $\mu \rightarrow 0$ ,  $t_q^* \rightarrow w(1 - \phi\pi)$ , что совпадает с соответствующей формулой пункта 3 при отсутствии имитации. Это объясняется тем, что при дифференцировании второго равенства из (6) имеет место соотношение:

$$\frac{dq_2}{dt} = (1 - \mu\phi) \frac{dq_1}{dt}$$

2.  $t_M^*$ , оптимальной ставки налога при  $\frac{dq_1}{dt} = \frac{dq_2}{dt} = 0$ , т. е.  $\lambda = 0$ . Сомножитель в фигурных скобках представляет собой отношение общественного выигрыша от инновации (площадь  $efc'gh$  на рис. 4) к прибыли обладателя патента (площадь  $a'c'dh$ ) при ставке налога, равной  $w$ . Первое из перечисленных выражений больше второго на величину:

$$\mu\phi wq_2 - \{w(q_2 - q_1) - [b(q_2) - b(q_1)]\}$$

площадь трапеции  $efc'a'$ , представляющую доход потребителей. Поэтому  $t_M^*$  может в этом случае превосходить  $w$ , если эффект, связанный с неэластичностью предложения инноваций, превосходит компенсацию, связанную с невозможностью патентообладателя присвоить себе полностью доход от инновации.

Поэтому в случае, если имитация инновации ограничивает способность владельца патента присваивать себе полный общественный выигрыш от более экологически чистой технологии, ставка налога, превышающая предельные внешние издержки загрязнения, может быть теоретически оправдана в том случае, когда совокупный эффект монопольного владения патентом, экстерналий, связанных с конкуренцией за патентную ренту (см. пункт 2) и нелинейной функции ущербов окружающей среде превосходит компенсацию, вызванную невозможностью обладателя патента присвоить себе доход от инновации. Однако это скорее свидетельствует о необходимости совершенствования патентной системы, чем о необходимости увеличения налога на загрязнение.

### 5. Оптимальное налогообложение монополии, разрабатывающей экологически чистую технологию

В этом пункте рассматривается проблема определения оптимальной ставки налогообложения монополиста при условии, что разработка новой более чистой технологии осуществляется самим монополистом. Как и ранее, если разрабатываются  $M$  проектов, вероятность открытия технологии, устраняющей часть  $\emptyset$  загрязнений, обозначим через  $\pi(M)$ , а издержки разработки через  $C(M)$ .

Обратную функцию спроса на рынке продукции обозначим  $P(X)$ ,  $P'(X) < 0$ , где  $X$  – выпуск, а функция производственных издержек  $C(X, q)$  имеет свойства:  $C_x > 0$ ,  $C_{xx} \geq 0$ ,  $C_q < 0$ ,  $C_{qq} \geq 0$ . Здесь  $q$  – полные выбросы, а уменьшение выбросов при данном уровне выпуска повышает производственные издержки с возрастающей скоростью. Ущерб окружающей среде примем в виде  $wq$  при отсутствии новой технологии и при наличии новой технологии. При условии, что действует определенная ставка налога на выбросы, задача для фирмы-монополиста формулируется следующим образом:

$$\max_{X_1, q_1} \{P(X_1)X_1 - C(X_1, q_1) - tq_1\}$$

если новая технология отсутствует, и:

$$\max_{X_2, q_2} \{P(X_2)X_2 - C(X_2, q_2) - (1 - \phi)tq_2\}$$

при наличии новой технологии. Отсюда получаем следующие условия для выпуска и объема выбросов загрязнений в каждом из описанных состояний:

$$\begin{cases} P'(X_1)X_1 + P(X_1) = \frac{dC(X_1, q_1)}{dX_1} \\ -t = \frac{dC(X_1, q_1)}{dq_1} \end{cases} \quad (8)$$

$$\begin{cases} P'(X_2)X_2 + P(X_2) = \frac{dC(X_2, q_2)}{dX_2} \\ -(1 - \phi)t = \frac{dC(X_2, q_2)}{dq_2} \end{cases} \quad (9)$$

Прибыль монополиста от полученной технологии представляет собой разность прибылей, полученных в каждом из состояний<sup>6</sup>. Поэтому объем исследований определяется условием:

$$\pi'(M)[P(X_2)X_2 - C(X_2, q_2) - (1 - \phi)tq_2] - [P(X_1)X_1 - C(X_1, q_1) - tq_1] = C'(M) \quad (10)$$

В рассматриваемом случае эффект экстерналий, описанный в пункте 2, не имеет места, поскольку монополист проводит исследования до тех пор, пока предельная, а не средняя частная прибыль равняется предельным издержкам.

Проблема выбора оптимальной ставки налога принимает вид:

$$\max_t \left\{ [1 - \pi(M)] \left( \int_0^{X_1} P(X_1) dX_1 - C(X_1, q_1) - wq_1 \right) + \pi(M) \left( \int_0^{X_2} P(X_2) dX_2 - C(X_2, q_2) - (1 - \phi)wq_2 \right) - C(M) \right\}$$

т. е. необходимо выбрать ставку налога  $t$ , максимизирующую общественное благосостояние за вычетом издержек на инновации, а благосостояние представляет собой полную прибыль потребителей за вычетом производственных затрат и издержек, связанных с загрязнением окружающей среды. Это условие дает следующее условие первого порядка:

<sup>6</sup> Шаховская, Л. С. Новое качество экономического роста в условиях современной глобализации / Л. С. Шаховская, Е. Г. Попкова // Экономическая теория в XXI веке. Т.1. Глобальное и национальное в экономике: сб. науч. тр. – М., 2004. – С. 499–508.

$$\begin{aligned}
 & (1 - \pi) \left\{ P(X_1) \frac{dX_1}{dt} - \frac{dC}{dX_1} \frac{dX_1}{dt} - \frac{dC}{dq_1} \frac{dq_1}{dt} - w \frac{dq_1}{dt} \right\} + \\
 & + \pi \left\{ P(X_2) \frac{dX_2}{dt} - \frac{dC}{dX_2} \frac{dX_2}{dt} - \frac{dC}{dq_2} \frac{dq_2}{dt} - (1 - \phi) w \frac{dq_2}{dt} \right\} + \\
 & + \pi'(M) \left\{ \int_0^{X_2} P(X_2) dX_2 - C(X_2, q_2) - (1 - \phi) w q_2 \right\} - \\
 & - \left[ \int_0^{X_1} P(X_1) dX_1 - C(X_1, q_1) - w q_1 \right] \left\{ \frac{dM}{dt} - C'(M) \frac{dM}{dt} \right\} = 0.
 \end{aligned}
 \tag{11}$$

Используя условия (8), (9) и (10) в (11) и преобразуя, полученное выпадение, получаем налоговую ставку в следующем виде:

$$t_4^* = \gamma t_q' + (1 - \gamma) t_M'
 \tag{12}$$

где:

$$t_q' = w - \delta [P(X_1) - C'(X_1)] \frac{dX_1}{dq_1} - (1 - \delta) [P(X_2) - C'(X_2)] \frac{dX_2}{dq_2}$$

$$t_M' = w + \frac{[P(X_1) - P(X_2)] X_1 \int_{X_1}^{X_2} P(X) dX - P(X_2)(X_2 - X_1)}{q_1 - (1 - \phi) q_2}$$

$$\gamma = \frac{(1 - \pi) \frac{dq_1}{dt} + (1 - \phi) \pi \frac{dq_2}{dt}}{(1 - \pi) \frac{dq_1}{dt} + (1 - \phi) \pi \frac{dq_2}{dt} - \pi'(M) [q_1 - (1 - \phi) q_2] \frac{dM}{dt}}$$

$$\delta = \frac{(1 - \pi) \frac{dq_1}{dt}}{(1 - \pi) \frac{dq_1}{dt} + (1 - \phi) \pi \frac{dq_2}{dt}}$$

причем  $\gamma > 0, \delta < 1$ , поскольку

$$\frac{dq_1}{dt} < 0, \frac{dq_2}{dt} < 0, \frac{dM}{dt} > 0.$$

Соотношение (12) показывает, что оптимальная налоговая ставка  $t_4^*$  представляет собой взвешенную среднюю:

1. От  $t_q'$ , оптимальной налоговой ставки при  $\frac{dM}{dt} = 0$ , т. е.  $\gamma = 1$ . Эта ставка равна  $w$  за вычетом взвешенного среднего от предельной чистой потери от уменьшения выпуска в каждом из состояний, вызванного единичным снижением вредных выбросов. Веса  $\delta$  и  $1 - \delta$  представля-

ют собой ожидаемое влияние на объем выбросов в каждом состоянии единичного увеличения налога, деленное на полное ожидаемое влияние единичного увеличения налога на объем выбросов. Очевидно, что  $t_q' < w$ .

2.  $t_M'$ , оптимальной налоговой ставки при

$$\frac{dq_1}{dt} = 0, \frac{dq_2}{dt} = 0$$

т. е.  $\gamma = 0$ . Монополист не захватывает увеличение излишка потребителя, возникающего при падении цены в ответ на более низкие предельные производственные издержки, которое равно площади трапеции:

$$[P(X_1) - P(X_2)] X_1 + \int_{X_1}^{X_2} P(X) dX - P(X_2)(X_2 - X_1)
 \tag{13}$$

Поэтому оптимальная ставка налога равна сумме  $w$  и отношения этого члена к снижению подлежащих налогообложению выбросов за счет внедрения новой технологии.

Поэтому эндогенные инновации, связанные со снижением загрязнения окружающей среды, приводят к повышению оптимальной ставки налога на предприятие-монополист, которое может превосходить предельный ущерб от загрязнения. При использовании выпуклой функции ущерба окружающей среде этот эффект снижается в той степени, в которой снижение подлежащих налогообложению выбросов превышает снижение общественных издержек загрязнения<sup>7</sup>.

Итак, проведенный анализ показывает, что оптимальная ставка налога на загрязнения может превосходить налоговую ставку, соответствующую предельным внешним издержкам загрязнения, в случаях, если имеет место монополия производственной фирмы в сфере инноваций и если в силу имитации инновации фирма-инноватор не в состоянии присвоить себе общественный выигрыш от изобретения более экологически чистой технологии. В остальных рассмотренных ситуациях оптимальная ставка налогообложения вредных выбросов ниже ставки, соответствующей внешним издержкам загрязнения.

<sup>7</sup> Руденко, А. Ю. Моделирование оптимального аудита вредных выбросов фирм / А. Ю. Руденко, А. Ф. Рогачев // Экономический вестник Ростовского государственного университета. – 2006. – № 4. – С. 131–135.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гусев, А. А. Экономика природопользования: от прошлого к настоящему и будущему (научное наследие К. Г. Гофмана) / А. А. Гусев // Экономика и математические методы. – 1995. – Т. 31. – Вып. 4. – С. 7–15.
2. Рогачев, А. Ф. Моделирование эколого-экономической политики на рынках энергоносителей / А. Ф. Рогачев, Н. Н. Скитер [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://uecs.mcsip.ru>.
3. Руденко, А. Ю. Моделирование оптимального аудита вредных выбросов фирм / А. Ю. Руденко, А. Ф. Рогачев // Экономический вестник Ростовского государственного университета. – 2006. – № 4. – С. 131-135.
4. Рюмина, Е. В. Анализ эколого-экономических взаимодействий / Е. В. Рюмина. – М.: Наука, 2000. – 302 с.
5. Сломан, Дж. Экономика / Дж. Сломан. – СПб.: Питер, 2005. – 215 с.
6. Титенберг, Т. Экономика природопользования и охрана окружающей среды / Т. Титенберг. – М.: Олма-Пресс, 2001. – 371 с.
7. Шаховская, Л. С. Новое качество экономического роста в условиях современной глобализации / Л. С. Шаховская, Е. Г. Попкова // Экономическая теория в XXI веке. – Т. 1: Глобальное и национальное в экономике: сб. науч. тр. – М., 2004. – С. 499–508.
8. Энергетическая политика России / Обзор 2002. ОЭСР/МЭА. – Париж, 2002. – 334 с.
9. Bernard, A. Russia's Role in the Kyoto Protocol, MIT Joint Program on the Science, and Policy of Global Change / A. Bernard, S. Paltsev, J.M. Reilly, M. Vielle, and L. Viguier. – N. 237, Report 98, June 2003.

УДК 658

ББК 65.291.551

**Черняева Наталья Владимировна,**  
аспирант кафедры информационных систем в экономике  
Волгоградского государственного технического университета,  
г. Волгоград,  
e-mail: [tacha9@yandex.ru](mailto:tacha9@yandex.ru)

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИЯМИ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛЕЗНОСТИ ИЗОБРЕТЕНИЙ

### THE SYSTEM OF INNOVATION MANAGEMENT BASED ON TECHNICAL AND ECONOMIC EVALUATION ON THE USEFULNESS OF INVENTIONS

*В статье рассмотрены особенности системы управления инновациями промышленного предприятия по производству кабельных систем электрообогрева. Выявлены перспективные направления и выработана стратегия улучшения рыночной позиции данного предприятия. Определена роль и выделена взаимосвязь между технико-экономической полезностью изобретения и ценой лицензии. Предложена методика выбора изобретения и оценки технико-экономической полезности на основе методов многокритериального анализа и теории «И-ИЛИ» – графов и семантических сетей. Описан метод расчета цены лицензии на изобретение с учетом уровня технико-экономической полезности. Приведены результаты апробации методики при отборе потенциального технического решения для системы пленочного «теплого пола».*

*The article is devoted to the features of the innovation management system of an industrial enterprise for production of electrical heating cable systems. The author presents promising directions and a strategy for improving the market position of the enterprise. The paper describes the role and the linkages between the technical and economic usefulness of an invention and the cost of the license. The author offers the method for selecting the invention and technical and economic evaluation based on the methods of multi-criteria analysis and the theory of “AND-OR”-graphs and semantic networks. The method for calculating the cost of the license*

*for an invention based on the level of technical and economic usefulness is described. The author shows the results of the method approbation in the selection of potential technical solutions for the system of film “warm floor”.*

*Ключевые слова: инновации, объект интеллектуальной собственности, технико-экономическая полезность, цена лицензии, изобретения, инновационная деятельность, методы многокритериального анализа, теория принятия решений, технические системы, пленочный нагревательный элемент.*

*Keywords: innovation, object of intellectual property, technical and economic usefulness, cost of license, inventions, innovation activity, methods of multi-criteria analysis, theory of decision making, technical systems, film heating element.*

Успешное развитие предприятия в современных условиях невозможно без активного вовлечения в хозяйственный оборот объектов интеллектуальной собственности (ОИС). Внедрение инновационных технологий является основой формирования конкурентных преимуществ для стабильного развития предприятия и достижения лидирующих позиций на рынке потребительских товаров.

Повышение конкурентоспособности предприятия определяется созданием такой продукции, технико-