

В.В. АЛЬХАНАКТА

## НАЛОГИ И РАЗРЕШЕНИЯ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В КОНТЕКСТЕ ОБЩЕСТВЕННОГО БЛАГОСОСТОЯНИЯ

Анализируются выигрыши и потери общественного благосостояния от применения разрешений на загрязнение и экологических налогов в условиях неопределенности природоохранных затрат. Делается вывод, что в условиях, когда существует достаточно высокая неопределенность относительно природоохранных затрат, функция предельного экологического ущерба является нелинейной и наклон ее кривой становится все круче, а наклон кривой функции предельных природоохранных затрат – все более пологим, разрешения на загрязнение принесут обществу более высокий выигрыш. Иначе применение экологического налога будет предпочтительнее.

The article deals with the cost-benefit analysis of social welfare from the use of tradable permits for environmental pollution and ecological taxes under abatement cost uncertainty. The author concludes that under the conditions when abatement cost uncertainty is rather high in relation to environmental costs marginal damage function is steep and its slope becomes still steeper while a slope of marginal abatement cost function becomes more and more gently sloping. Then tradable permits will bring a high benefit to the society. Otherwise the use of ecological tax will be more preferable.

В настоящее время активно дискусируется вопрос о преимуществах и недостатках использования таких экономических инструментов экологической политики, как система торговли разрешениями на загрязнение и экологические налоги. Проблема заключается в том, какой из этих инструментов следует применять, чтобы достигнуть желаемого качества окружающей среды с минимальными затратами. Сторонники каждого из инструментов приводят свои аргументы, однако в условиях высокой неопределенности относительно природоохранных затрат выбор инструмента требует анализа его эффективности с точки зрения общественного благосостояния. Цель данной работы – анализ выигрышей и потерь общественного благосостояния от применения разрешений на загрязнение и экологических налогов в условиях неопределенности природоохранных затрат.

Одним из важнейших преимуществ функционирования системы торговли разрешениями на загрязнение (особенно системы торговли на основе ограничения (cap-and-trade)) является наличие определенности относительно качества окружающей среды, поскольку оптимальный или предельно допустимый уровень загрязнения за-

дается изначально, а для фирм устанавливаются индивидуальные эмиссионные нормативы. Поэтому орган экологического регулирования не нуждается в информации об уровне природоохранных затрат отдельных фирм-загрязнителей. Но самим предприятиям важно знать не только, каким является уровень их природоохранных затрат, но и какой вид имеет описывающая их функция, поскольку на ее основе они принимают свои природоохранные решения. Сравнивая величины предельных затрат на сокращение загрязнений с рыночной ценой разрешений, каждое предприятие принимает решение о необходимости приобретения таких разрешений и их количестве.

Напротив, экологические налоги не гарантируют определенности относительно качества окружающей среды, поскольку итоговый результат зависит от поведения фирм, которое невозможно предсказать заранее. Чтобы определить адекватную величину налоговой ставки, органу экологического регулирования необходимо знать уровни предельных природоохранных затрат и предельного экологического ущерба, а для этого он должен располагать подробной и полной информацией, что по ряду причин невозможно<sup>1</sup>.

Возникает вопрос: применение какого из инструментов экологической политики обеспечит более высокую эффективность? Использование обоих инструментов требует знания уровня природоохранных затрат, которые, как правило, характеризуются высокой степенью как субъективной, так и объективной неопределенности. Неопределенность является субъективной, если фирмы-загрязнители не заинтересованы в предоставлении достоверной информации о своих природоохранных затратах, а мониторинг загрязнений недостаточно развит, что не позволяет установить адекватную величину налоговой ставки. Объективная неопределенность влияет на эффективность системы торговли разрешениями на загрязнение. Если фирма может располагать достаточно достоверной информацией о собственных природоохранных затратах, то затраты других фирм ей не известны. В таком случае фирма принимает решения о своих природоохранных инвестициях и планирует будущую покупку/продажу разрешений на загрязнение в условиях неопределенности. Как следствие, это приводит к неопределенности будущих общих эмиссий фирм, а также будущей рыночной цены разрешения. Может сложиться ситуация, что если до начала торговли разрешениями многие фирмы планировали их приобрести, чтобы избежать инвестиций в природоохранные технологии или сокращения производства, то впоследствии это приведет к чрезмерному росту спроса на разрешения и «взлету» рыночной цены разрешений, что помешает их приобретению некоторыми фирмами. Такая ситуация может привести либо к банкротству многих фирм и уходу с рынка (в случае строгого соблюдения ими природоохранного законодательства), либо к ухудшению качества окружающей среды (в случае незаконных эмиссий). В любом случае эффективность рынка разрешений на загрязнение снижается. Таким образом, как занижение, так и завышение уровня природоохранных затрат может существенно повлиять на эффективность каждого из рассматриваемых инструментов экологической политики, а значит, на выигрыши или потери общественного благосостояния.

Говоря о наклонах кривых функций предельного экологического ущерба и предельных природоохранных затрат, необходимо указать определяющие их факторы<sup>2</sup>.

*Функция предельного экологического ущерба* (marginal damage (MD)) показывает ущерб, причиняемый дополнительной единицей загрязнения. Наклон кривой функции бывает разным в зависимости от объемов и видов загрязняющих веществ, способов их рассеивания, реагирования с другими веществами и возможности абсорбции окружающей средой. Наклон кривой обычно становится круче по мере того, как эмиссии загрязняющих веществ увеличиваются и

приближаются к своему критическому значению, за пределами которого экологическая система теряет устойчивость (вплоть до полного разрушения). Крутой наклон кривой функции предельного экологического ущерба и ее нелинейность отражают это явление. Однако наклон кривой может стать и очень пологим (кривая станет практически горизонтальной) в случае, если нанесенный ущерб достиг своего максимума (к примеру, пруд уже «мертвый»).

Если загрязняющие вещества могут абсорбироваться окружающей средой, наклон кривой функции предельного экологического ущерба будет *крутым* и с течением времени не изменится (при условии, что другие факторы окружающей среды также остаются неизменными). Значение имеет объем загрязнений, поступающий в окружающую среду в конкретный промежуток времени, за который он может быть ассимилирован, например объем загрязнений, сбрасываемых в реку в текущем году.

Если загрязняющие вещества не абсорбируются окружающей средой или для этого требуется весьма продолжительное время, они накапливаются в окружающей среде и постепенно ее разрушают. Примером служат твердые бытовые отходы или эмиссии углекислого газа, для поглощения которых окружающей природной средой требуются сотни лет. В этих случаях наклон кривой функции предельного экологического ущерба является *пологим*, и кривая будет сдвигаться с течением времени выше по мере накопления объема загрязняющих веществ.

Среди других факторов, вызывающих сдвиг кривой функции предельного экологического ущерба, выделяют численность населения региона, пору года и др.

*Природоохранные затраты* фирмы могут интерпретироваться, во-первых, как затраты, необходимые для сокращения объемов загрязнений (к примеру, на покупку очистного оборудования, оплату труда рабочих для его установки и т. д.); во-вторых, как альтернативные издержки сокращения объемов производства или потребления. Иначе говоря, чтобы снизить уровень загрязнений, фирма может либо сократить объем производства (потребления) экологически грязной продукции (сырья), либо осуществить инвестиции в более совершенные технологии. На наклон кривой функции предельных природоохранных затрат (marginal abatement costs (MAC)) влияют:

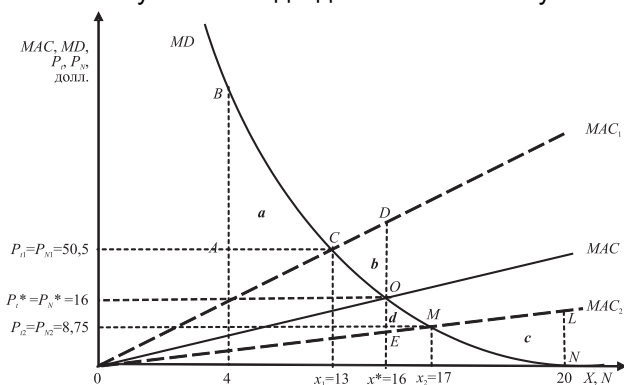
1) способы сокращения загрязнений. Обычно фирмы в первую очередь выбирают самые простые и дешевые способы сокращения загрязнений. Природоохранные затраты будут относительно невысокими, и наклон кривой функции будет достаточно *пологим*;

2) эффект масштаба производства. В случае экономии на масштабах производства природоохранные затраты будут снижаться. При этом на-

клон кривой функции будет *пологим*, и кривая может стать практически горизонтальной;

3) технологии. Наклон кривой функции предельных природоохранных затрат будет тем *круче*, чем выше природоохранные инвестиции.

Проведение анализа выигрышей и потерь общественного благосостояния, обусловленных неопределенностью величины природоохранных затрат, требует рассмотрения четырех базовых случаев: 1) наклон кривой функции *MD* – крутой; функции *MAC* – пологий; 2) наклон кривой функции *MD* – пологий, функции *MAC* – крутой; 3) наклон кривых обеих функций крутой; 4) наклон кривых обеих функций пологий. Проведем подробный анализ первого случая, по аналогии с которым можно получить выводы для остальных случаев.



Потери благосостояния в результате неопределенности природоохранных затрат при системе торговли разрешениями на загрязнение и экологических налогах\*

На рисунке изображены графики функций: *MD* – предельного экологического ущерба; *MAC* – предельных природоохранных затрат; *MAC<sub>1</sub>* – предельных природоохранных затрат, оказавшихся выше ожидаемых (случай изначальной их заниженной оценки); *MAC<sub>2</sub>* – предельных природоохранных затрат, оказавшихся ниже ожидаемых (случай изначальной их завышенной оценки). По горизонтальной оси представлены единицы *сокращенных* выбросов  $X^{**}$  (т), а также количество разрешений на загрязнения *N* (шт.), где  $N = 20 - X$ ; по вертикальной оси – денежное выражение *MAC* и *MD*, ставка налога  $P_t$  и цена разрешения  $P_N$  (в долл. США).

Предположим, что фирма осуществляет эмиссию 20 единиц определенного загрязняющего вещества. Если наклон кривой *MD* становится все круче (и функция нелинейная), а наклон кри-

вой *MAC* – все более пологий (и функция линейная), то занижение или завышение природоохранных затрат будет играть важную роль с точки зрения общественного благосостояния. Предположим, что введен экологический налог в размере 16 долл. за тонну загрязняющего вещества. Тогда объем сокращенных выбросов должен быть равен 16 т, а социально-оптимальный объем производства и соответственно загрязнений фирмы будет равен 4 единицы (20–16). В случае же функционирования системы торговли разрешениями на загрязнение при рыночной цене разрешения 16 долл. фирме потребуется 4 разрешения.

(а) Заниженная оценка природоохранных затрат при введении экологического налога. Если изначально орган экологического регулирования спрогнозировал природоохранные затраты на уровне *MAC*, а в действительности они оказались выше, их заниженная оценка приведет к сдвигу кривой *MAC* в положение *MAC<sub>1</sub>*. При природоохранных затратах на уровне *MAC<sub>1</sub>* социально-оптимальная налоговая ставка должна быть равна  $P_{t1}$  (определяется точкой пересечения кривых *MAC<sub>1</sub>* и *MD*), что привело бы к производству и загрязнению окружающей среды в объеме  $x_1$ . В действительности же налоговая ставка  $P_t^*$  ниже ставки  $P_{t1}$ , и фирма производит и загрязняет окружающую среду выше допустимого уровня. Каждая дополнительная единица продукции вносит отрицательный вклад в общественное благосостояние (наблюдается перепроизводство и загрязнение окружающей среды), что отражается в потерях благосостояния (область *a*).

(б) Завышенная оценка природоохранных затрат при введении экологического налога. Данная оценка ведет к сдвигу кривой *MAC* в положение *MAC<sub>2</sub>*. При природоохранных затратах на уровне *MAC<sub>2</sub>* социально-оптимальная налоговая ставка должна быть равна  $P_{t2}$ , что привело бы к производству и загрязнению окружающей среды в объеме  $x_2$ , но так как реальный налог выше социально-оптимального уровня, то фирма теряет стимулы к производству. Она либо сократит объем выпуска продукции (в случае строгого соблюдения природоохранного законодательства), либо будет осуществлять незаконные эмиссии, что приведет к ухудшению качества окружающей среды. Область *c* отражает потери общественного благосостояния.

(в) Заниженная оценка природоохранных затрат при функционировании системы торговли разрешениями на загрязнение. При природоохранных затратах на уровне *MAC<sub>1</sub>* цена разрешения должна быть равной  $P_{N1}$ , т. е. быть выше  $P_N$ , но в действительности она оказывается заниженной. Фирме выгоднее приобрести дополнительные относительно дешевые разрешения и производить больше, чем сокращать производство или инвестировать в природоохранные техно-

\* Построено на основе: The Use of Tradable Permits in Combination with Other Environmental Policy Instruments. Working Party in National Environmental Policy. 07 July 2003. ENV/ЕРОС/WPNEP(2002)28/FINAL С. 16.

Показывают объем выбросов загрязняющих веществ, который требуется сократить при производстве в определенной точке (отражают цель экологической политики). Точки, лежащие ближе к началу координат, показывают больший объем производства и выбросов и соответственно меньший объем сокращенных выбросов.

логии. Такое поведение фирмы и сопутствующее ухудшение качества окружающей среды приводят к потерям благосостояния (область *b*).

(г) Завышенная оценка природоохранных затрат при функционировании системы торговли разрешениями на загрязнение. При природоохранных затратах на уровне  $MAC_2$  цена разрешения должна быть равной  $P_{N2}$ , т. е. быть ниже  $P_N$ . Реальная завышенная цена разрешения не позволяет фирме купить дополнительные разрешения, если она планировала их покупку. Поскольку инвестиционные решения принимаются до начала торговли разрешениями, а необходимые инвестиции в природоохранные технологии сделаны не были, то с введением торговли фирме будет невыгодно приобретать разрешения по завышенной цене. Это может привести либо к ухудшению финансового положения фирмы (в случае строгого соблюдения природоохранного законодательства), либо к ухудшению качества окружающей среды (в случае незаконных эмиссий). Область *d* отражает потери общественного благосостояния.

**Расчет предельного экологического ущерба и предельных природоохранных затрат**

Количество разрешений, $N=20-X$	Объем сокращенных эмиссий, $X$	Величины предельного экологического ущерба и предельных природоохранных затрат			
		$MD=(X-20)^2$	$MAC=X$	$MAC_1=4X$	$MAC_2=0,5X$
20	0	400	0	0	0
19	1	361	1	4	0,5
18	2	324	2	8	1
17	3	289	3	12	1,5
16	4	256	4	16	2
15	5	225	5	20	2,5
14	6	196	6	24	3
13	7	169	7	28	3,5
12	8	144	8	32	4
11	9	121	9	36	4,5
10	10	100	10	40	5
9	11	81	11	44	5,5
8	12	64	12	48	6
7	13	49	13	52	6,5
6	14	36	14	56	7
5	15	25	15	60	7,5
4	16	16	16	64	8
3	17	9	17	68	8,5
2	18	4	18	72	9
1	19	1	19	76	9,5
0	20	0	20	80	10

Примечание. Выбор видов функций и расчеты произведены автором.

Подтвердим графический анализ аналитическими расчетами. Зная функции  $MAC$  и  $MD$ , вычислим контрольные точки  $A, B, C, D, O, E, M, L, N$  и найдем площади областей  $a, b, c$  и  $d$  (денежное выражение потерь общественного благосостояния). Пусть  $MD=(X-20)^2$ ;  $MAC=X$ ;  $MAC_1=4X$ ;  $MAC_2=0,5X$ ,  $X \in [0; 20]$ .

Получаем следующие координаты точек:  $A(4;16)$ ,  $B(4;256)$ ,  $C(13;\approx 50,5)$ ,  $D(16;64)$ ,  $O(16;16)$ ,  $E(16;8)$ ,  $M(17;8,75)$ ,  $L(20;10)$ ,  $N(20;0)$ .

Вычислим площади областей  $a, b, c$  и  $d$  с помощью формулы Ньютона – Лейбница  $\int_a^b f(x)dx = F(b) - F(a)$ , где  $f(x)$  – подинтегральная функция, получаемая путем вычитания функции, лежащей на графике ниже, от функции, лежащей выше;  $F(x)$  – первообразная подинтегральной функции;  $a, b$  – границы интервала (областей):

1) площадь области  $a$ , ограниченной точками  $A, B$  и  $C$ :

$$S_{ABC} = \int_4^{13} ((x-20)^2 - 4x)dx = \int_4^{13} (x^2 - 44x + 400)dx = \left(\frac{x^3}{3} - 22x^2 + 400x\right)\Big|_4^{13} = 945;$$

2) площадь области  $b$ , ограниченной точками  $C, D$  и  $O$ :

$$S_{CDO} = \int_{13}^{16} (4x - (x-20)^2)dx = \int_{13}^{16} (-x^2 + 44x - 400)dx = \left(-\frac{x^3}{3} + 22x^2 - 400x\right)\Big|_{13}^{16} = 81;$$

3) площадь области  $d$ , ограниченной точками  $O, M$  и  $E$ :

$$S_{OME} = \int_{16}^{17} ((x-20)^2 - \frac{1}{2}x)dx = \int_{16}^{17} (x^2 - 40,5x + 400)dx = \left(\frac{x^3}{3} - 20,25x^2 + 400x\right)\Big|_{16}^{17} = 4;$$

4) площадь области  $c$ , ограниченной точками  $M, L$  и  $N$ :

$$S_{MLN} = \int_{17}^{20} (\frac{1}{2}x - (x-20)^2)dx = \int_{17}^{20} (-x^2 + 40,5x - 400)dx = \left(-\frac{x^3}{3} + 20,25x^2 - 400x\right)\Big|_{17}^{20} = 18,75.$$

В каком случае потери общественного благосостояния оказываются меньшими? Как показывает графический и аналитический анализ, в случаях, когда наклон кривой функции предельного экологического ущерба становится все круче (и функция нелинейная), а наклон кривой функции предельных природоохранных затрат – все более пологим, потери благосостояния и при заниженной, и при завышенной оценках природоохранных затрат будут меньшими при функционировании рынка разрешений на загрязнение окружающей среды (области  $b$  и  $d$ ), чем при введении экологического налога (области  $a$  и  $c$ ). Причем в случае их заниженной оценки потери благосостояния будут более существенными, что определяется большим наклоном верхнего участка кривой  $MD$  и объясняется тем, что объемы загрязнения подходят к своему критическому значению\*.

\* Наличие критических точек возможно лишь у нелинейных функций, поэтому в нашем анализе функция  $MD$  – нелинейная.

Если провести аналогичные рассуждения и расчеты, можно увидеть, что в противоположном случае, когда наклон кривой функции предельного экологического ущерба становится все круче, а наклон кривой функции предельных природоохранных затрат все более пологим, потери благосостояния будут меньшими при введении экологического налога. В двух оставшихся случаях, когда наклон кривых обеих функций одинаков, потери благосостояния могут быть примерно одинаковыми и сделать выбор в пользу того или иного инструмента представляется сложным. Следует отметить, что нижняя часть графика в определенной мере отражает это явление. В случае заниженной оценки природоохранных затрат потери благосостояния при налогах (при разрешениях) будут тем больше (тем меньше), чем меньше отклонение от первоначально прогнозируемых затрат. По мере все большего отклонения первоначально прогнозируемых затрат в сторону их снижения (когда наклон кривой  $MAC_2$  становится все более пологим при пологости нижнего участка  $MD$ ) потери благосостояния при налогах становятся меньшими, а при разрешениях – большими. Подобная логика используется и в случае завышенной оценки природоохранных затрат. Чем больше отклонение первоначально прогнозируемых затрат в сторону их повышения (когда наклон кривой  $MAC_1$  становится все круче при крутости верхнего участка  $MD$ ), тем меньше потери благосостояния при налогах и тем выше при разрешениях. Следовательно, в условиях высокой неопределенности природоохранных затрат вместо выбора одного из инструментов экологической политики лучше использовать их в комбинации.

Таким образом, проведенный анализ позволяет сформулировать следующие выводы.

1. Вид загрязняющего вещества и объем его эмиссий влияют на наклон кривой функции предельного экологического ущерба. Вещества, которые абсорбируются окружающей средой в течение непродолжительного промежутка времени, определяют крутой наклон кривой. Нелинейный

вид функции отражает увеличение объемов загрязняющих веществ.

2. Способы сокращения загрязнений, масштабы производства и технологии влияют на наклон кривой функции предельных природоохранных затрат.

3. При наличии неопределенности природоохранных затрат потери благосостояния будут меньшими при функционировании рынка разрешения на загрязнение окружающей среды, если наклон кривой функции предельного экологического ущерба является крутым и функция нелинейная, а наклон кривой функции предельных природоохранных затрат – пологим. В противоположном случае лучше ввести экологический налог. В случаях, когда наклон кривых обеих функций одинаков, выбор наилучшего инструмента затруднен и имеет смысл сочетание данных инструментов.

4. Проведенный анализ выигрышей и потерь общественного благосостояния в условиях неопределенности природоохранных затрат может иметь важное прикладное значение. Зная факторы, влияющие на наклон кривых функций предельного экологического ущерба и предельных природоохранных затрат, можно спрогнозировать их влияние на общественное благосостояние, выбрать оптимальный инструмент экологической политики и применить его в масштабе отрасли или региона. Это позволит улучшить качество окружающей среды с минимальными затратами.

<sup>1</sup> См.: Альханакта В.В. Зарубежный опыт экологического налогообложения и возможность его использования в Республике Беларусь // Экон. бюл. НИЭИ М-ва экономики Респ. Беларусь. 2008. № 3. С. 81.

<sup>2</sup> См.: Popp D. Modeling Pollution // Economics of Environmental Policy. Lectures. Mode of access: <http://classess.maxwell.syr.edu/ppa777/lectures/envlct4.html>.

Поступила в редакцию 29.08.08.

**Вероника Владимировна Альханакта** – аспирантка кафедры теоретической и институциональной экономики. Научный руководитель – кандидат экономических наук, доцент кафедры теоретической и институциональной экономики Е.Э. Васильева.