

УДК 504:330.44

*Т. В. Князева,*  
кандидат економічних наук, доцент,  
доцент кафедри менеджменту зовнішньоекономічної діяльності Донецького державного університету управління

## РОЗРОБКА МЕХАНІЗМУ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНИМИ ПРОБЛЕМАМИ ПРИ НАЯВНОСТІ АБО ВІДСУТНОСТІ МІЖНАРОДНИХ УГОД

*T. V. Kniazieva,*  
Candidate of Science in Economics, Associate Professor,  
Associate Professor of Department of Management of International Economic Activity, Donetsk State University of Management

### DEVELOPMENT MECHANISM CONTROL ENVIRONMENTAL PROBLEMS IN THE PRESENCE OR ABSENCE OF INTERNATIONAL AGREEMENTS

*У статті проаналізовано екологічна політика щодо використання дозволів на викиди забруднюючих речовин та процес інвестування у науково-дослідні розробки, які скорочують шкідливі викиди. Розроблено авторську економіко-математичну модель, що описує державні витрати на розробку інноваційних екологічно чистих технологій та механізм управління екологічними проблемами при наявності або відсутності міжнародних угод, в основу якого покладено використання дозволів на викиди забруднюючих речовин та процес інвестування у науково-дослідні розробки, які скорочують шкідливі викиди; розроблений механізм обґрунтовано за допомогою економіко-математичної моделі, що описує державні витрати на розробку інноваційних екологічно чистих технологій.*

*The article analyzes the environmental policy on the use of permits for emissions of pollutants and the process of investing in research and development that reduce harmful emissions. The economic-mathematical model of public spending on the development of innovative clean technologies. In a study of the mechanism of management of environmental issues in the presence or absence of international agreements, which is based on the use of permits for emissions of pollutants and the process of investing in research and development that reduce emissions; a mechanism grounded using economic-mathematical model describing government spending on the development of innovative clean technologies.*

**Ключові слова:** Кіотський Протокол, міжнародні угоди щодо охорони навколишнього природного середовища, екстерналії, квоти на викиди забруднюючих речовин.

**Keywords:** Kyoto Protocol, the international treaty on the protection of the environment, externalities, quotas for emissions of pollutants.

**Актуальність проблеми.** Сьогодні в багатьох країнах спостерігається зростаючий інтерес до використання дозволів на викиди забруднюючих речовин, що продаються, в якості ефективного інструменту реалізації еколого-економічної політики. Національні зобов'язання країн-учасниць Кіотського Протоколу встановлені з використанням дозволів на забруднення в якості ведучого інструменту. Гнучкі механізми, що передбачені Кіотським Протоколом, забезпечують можливість торгівлі дозволами на забруднення між країнами. Використовуючи систему продажів дозволів на забруднення як інструмент реалізації екологічної політики, національні уряди зможуть простіше інтегруватися з міжнародним ринком продажу дозволів на невикористані квоти на викиди забруднюючих речовин.

Вітчизняні та зарубіжні вчені достатньо уваги приділяють дослідженню екологічних факторів економічного розвитку суспільства, вирішенню міжнародних проблем природокористування. Зокрема, можна назвати таких вчених, як С. Боршук [1], В. Бурков, В. Васильєв, Н. Гахович [2], Б. Данилишин, О. Деркач, Л. Жарова [3], Л. Масловська, О. Пашенцев, Т. Туниця, Є. Хлобистов, М. Хвесик, ін. Незважаючи на досить високий рівень наукових досліджень та розробок у вищезазначеному напрямі, питання побудови ефективного механізму вирішення міжнародних екопроблем та його економіко-математичного обґрунтування залишається відкритим.

**Метою роботи** є розробка механізму управління екологічними проблемами при наявності або відсутності міжнародних угод, його економіко-математичне обґрунтування.

**Виклад матеріалу основного дослідження.** У попередніх дослідженнях автора сформульовано, що пріоритетною метою розв'язання міжнародних екологічних проблем є мінімізація негативного впливу промислового виробництва на навколишнє середовище [4, 5].

Для аналізу еколого-економічної політики на міжнародному рівні треба враховувати позитивні екстерналії між країнами, пов'язані з розповсюдженням інноваційних технологій і негативні екстерналії. Визначимо, що співвідношення між політикою скорочення шкідливих викидів і технологічними екстерналіями між країнами, що інвестують в науково-дослідні розробки, скорочують викиди забруднюючих речовин. Передбачається, що рівень технології у країні, що досліджується (країна  $i$ ), залежить від обсягу інвестицій у науково-дослідні розробки в цій країні (країна  $i$ ), а також від інвестицій в інноваційні розробки, що здійснюються в усіх інших країнах. Однак, поширення інноваційної технології не є ідеальним, так що тільки частина інвестицій у науково-дослідні розробки, зроблених в інших країнах, є вигідними для вихідної країни (країна  $i$ ). Передбачається, що рівень викидів забруднюючих речовин в кожній країні залежить тільки від рівня розвитку інноваційних технологій, що скорочують шкідливі викиди. Дійсний рівень шкідливих викидів у вихідній країні (країна  $i$ ) дорівнює рівню викидів забруднюючих речовин до скорочення шкідливих викидів мінус величина скорочення шкідливих викидів в результаті розробки екологічно чистих технологій.

Таким чином, масмо рівень технологій  $i$ -ої країні в момент часу  $t$  описується множиною:

$$A_t^i = \{a_{1,t}^i, \dots, a_{2,t}^i, \dots, a_{Z,t}^i\}$$

(1)

де:  $a_{z,t}^i$  – рівень розвитку  $Z$ -го напрямку технологій в  $i$ -ій країні в момент часу  $t$ ;

$Z = 1, \dots, Z$ ;

$Z$  – кількість напрямків розвитку технологій (групується згідно типам промисловості і типам викидів).

Величина кожного напрямку розвитку технологій залежить значення в попередньому періоді та інвестицій в розробку інноваційних екологічно чистих технологій:

$$a_{z,t}^i = a_{z,t-1}^i + f_z^i(k_{z,t-1}^i) + \varphi_z^i(a_{z,t}^1, \dots, a_{z,t}^I), \quad (2)$$

де:  $k_{z,t-1}^i$  – обсяг інвестицій в розробку інноваційних екологічно чистих технологій для розвитку  $Z$ -го напрямку технологій в  $i$ -ій країні в момент часу  $t-1$ ;

$a_{z,t}^1, \dots, a_{z,t}^I$  – ступінь розвитку  $Z$ -го напрямку технологій в інших країнах в момент часу  $t$ ;

$f_z^i$  – функція, що відображає вплив інвестицій в інноваційні екологічно чисті технології на розвиток  $Z$ -го напрямку технологій в  $i$ -ій країні;

$\varphi_z^i$  – функція, що відображає вплив розвиненості технологій в інших країнах на розвиток  $Z$ -го напрямку технологій в  $i$ -ій країні.

Викиди забруднюючих речовин залежать від попередньої величини викидів і зміни ступеня технологічного розвитку:

$$x_{z,t}^i = x_{z,t-1}^i + \delta_z^i(a_{z,t}^i - a_{z,t-1}^i) \quad (3)$$

де:  $x_{z,t-1}^i$  – шкідливі викиди по  $Z$ -му напрямку технологій в  $i$ -ій країні в момент часу;

$\delta_z^i$  – функція, що відображає залежність зміни викидів від зміни технологій.

Збільшення витрат на науково-дослідні розробки скорочують викиди забруднюючих речовин у досліджуваній країні (країна  $i$ ), повинні зрівноважуватися сукупними вигодами від збільшення витрат на екологічно чисті технології. Ці вигоди двох видів. По-перше, зростання інвестицій в інноваційні розробки знижують шкідливі викиди в країні, знижують витрати скорочення викидів забруднюючих речовин в країні, а також за допомогою розповсюдження інноваційних технологій знижують витрати скорочення викидів забруднюючих речовин у всіх інших країнах. По-друге, навіть при незмінних витратах скорочення шкідливих викидів, викиди забруднюючих речовин знижуються в країні, де робилися інвестиції в екологічно чисті технології, а також в інших країнах за допомогою розповсюдження інноваційних екологічно чистих технологій. Величина цього скорочення викидів забруднюючих речовин пропорційна сукупним ущербам довікіллю. Крім того, витрати скорочення шкідливих викидів повинні дорівнювати вигодам від скорочення викидів забруднюючих речовин.

Надалі проаналізуємо твердження, що країна зобов'язана використовувати вітчизняні дозволи на викиди забруднюючих речовин, що продаються, в цілях досягнення бажаного рівня скорочення шкідливих викидів [6, с. 129]. При цьому треба враховувати, що кожна країна зобов'язана використовувати оподаткування вітчизняних підприємств, що виробляють шкідливі викиди. Передбачається, що між країнами відсутні міжнародні угоди, що стосуються рівня скорочення шкідливих викидів. Замість цього кожна країна визначає рівень своїх інвестицій в розробку екологічно чистих технологій, порівнюючи витрати і вигоди, пов'язані зі скороченням викидів забруднюючих речовин. Передбачається, що інвестиції в розробку інноваційних екологічно чистих технологій контролюються державою, а бажаний рівень скорочення шкідливих викидів досягається застосуванням таких інструментів державного регулювання, як оподаткування підприємств, що виробляють шкідливі викиди, і надання квот на викиди забруднюючих речовин.

При цьому треба враховувати, що кожна країна зобов'язана використовувати вітчизняні дозволи на викиди забруднюючих речовин з метою досягнення бажаного рівня скорочення шкідливих викидів [7, с. 161]. Якщо кожна країна зобов'язана використовувати оподаткування вітчизняних підприємств, що виробляють шкідливі викиди, то керуючої змінної є не сукупні вітчизняні викиди, а ставка оподаткування, яка, поряд з рівнем технології, визначає рівень скорочення шкідливих викидів. Важлива відмінність при цьому полягає в тому, що коли країна обирає свої інвестиції в розробку екологічно чистих технологій, у розглянутому випадку викиди забруднюючих речовин в інших країнах не вважаються заданими. Навпаки, в розглянутому випадку країна  $i$  враховує свої витрати на розробку екологічно чистих технологій, які надають вплив на рівень технології скорочення викидів в усіх інших країнах, і тому впливають на рівень викидів забруднюючих речовин у всіх інших країнах.

Величина екологічних податків залежить від величини шкідливих викидів:

$$\tilde{S}_{z,t}^i = \tilde{V}_z^i(x_{z,t}^i), \quad (4)$$

де:  $\tilde{S}_{z,t}^i$  – величина екологічних податків по  $Z$ -му напрямку технологій в  $i$ -ій країні в момент часу  $t$ ;

$\tilde{V}_z^i$  – функція розрахунку екологічних податків по  $Z$ -му напрямку технологій в  $i$ -ій країні.

Величина додаткових штрафів встановлюється залежно від перевищення квот на викиди, при цьому штраф встановлюється у разі перевищення квот, заохочення у випадку недовикористання квот відсутній:

$$S_{z,t}^i = \begin{cases} \tilde{P}_z^i(x_{z,t}^i - \tilde{x}_{z,t}^i) & | x_{z,t}^i > \tilde{x}_{z,t}^i \\ 0 & | x_{z,t}^i \leq \tilde{x}_{z,t}^i \end{cases}, \quad (5)$$

де:  $S_{z,t}^i$  – величина штрафів за перевищення квот викидів по  $Z$ -му напрямку технологій в  $i$ -ій країні в момент часу  $t$ ;

$\tilde{x}_{z,t}^i$  – квота на шкідливі викиди по  $Z$ -му напрямку технологій в  $i$ -ій країні в момент часу  $t$ ;

$\tilde{P}_z^i$  – функція штрафу, що залежить від перевищення квот на викиди по  $Z$ -му напрямку технологій в  $i$ -ій країні.

Передбачається, що екологічні податки і штрафи країна витрачає тільки на екологічний розвиток. Тоді загальна величина можливих інвестицій в розробку інноваційних екологічно чистих технологій визначається як сума екологічних податків, штрафів за перевищення квот та додаткових державних витрат з інших джерел:

$$k_{z,t}^i = \tilde{S}_{z,t}^i + \tilde{S}_{z,t}^i + S_{z,t}^i, \quad (6)$$

де:  $S_{z,t}^{\pm}$  – величина штрафів за перевищення квот викидів по  $Z$ -му напрямку технологій в  $i$ -ой країні в момент часу  $t$ ;

$S_{z,t}^{\pm}$  – величина екологічних податків по  $Z$ -му напрямку технологій в  $i$ -ой країні в момент часу  $t$ ;

$S_{z,t}^i$  – додаткові державні витрати з інших джерел на розробку інноваційних екологічно чистих технологій в  $i$ -ой країні в момент часу  $t$ .

Сумарні державні витрати з інших на розробку інноваційних екологічно чистих технологій в  $i$ -ой країні в момент часу  $t$  дорівнюють:

$$S_t^i = \sum_z S_{z,t}^i. \quad (7)$$

З точки зору суспільного добробуту, зростання інвестицій в розробку інноваційних екологічно чистих технологій в одній з країн призводить до зниження викидів забруднюючих речовин в інших країнах при використанні традиційної технології. З іншого боку, інвестиції в розробку інноваційних екологічно чистих технологій однієї з країн роблять позитивний вплив на скорочення викидів забруднюючих речовин в інших країнах.

Якщо у всіх країнах ставки оподаткування фірм, які виробляють шкідливі викиди, відомі, збільшення інвестицій в розробку екологічно чистих технологій в одній з країн призводить до зниження рівнів викидів забруднюючих речовин в інших країнах завдяки поширенню інноваційної технології. Таким чином, вигоди від інвестицій у розробку екологічно чистих технологій для кожної з країн збільшуються, і, отже, зростають стимули для інвестицій у науково-дослідні розробки, що знижують викиди забруднюючих речовин.

Далі треба обґрунтувати оптимальне регулювання викидів забруднюючих речовин за наявності міжнародних угод. При цьому розглядаються два типи міжнародних угод з охорони навколишнього середовища (тобто запобігання парникового ефекту та глобального потепління).

До першого типу міжнародних угод належать угоди типу Кіотського Протоколу. Ця угода визначає первинний розподіл квот на викиди забруднюючих речовин між країнами, однак дозволяє країнам продавати квоти іншим країнам або купувати у них квоти. Кіотський Протокол не накладає обмежень на вибір країнами інструментів здійснення власної еколого-економічної політики, тільки сукупні обсяги шкідливих викидів не повинні перевершувати квотні обсяги. Чим вища ціна квот, тим вище рівень скорочення викидів забруднюючих речовин і вище рівень технології у всіх країнах. Рівні скорочення викидів забруднюючих речовин та рівні технології нижче у всіх країнах при угодах між країнами типу Кіотського протоколу, ніж в оптимумі з точки зору суспільного добробуту. За наявності міжнародних угод типу Кіотського Протоколу оптимальна кількість квот така, що рівноважна ціна квот вище суми ущербів довікллю.

Угоди другого типу не встановлюють безпосередніх обмежень на сукупні обсяги шкідливих викидів в країні. Замість цієї угоди визначають інструменти здійснення еколого-економічної політики, які повинні застосовувати країни, що беруть участь в угоді.

Величина викидів, які може продати країна, розраховується як різниця між її фактичними викидами і виділеними їй квотами (за умови, що фактичні викиди менше наявних квот):

$$g_{z,t}^{+i} = \bar{x}_{z,t}^i - x_{z,t}^i, \quad (8)$$

$$\bar{x}_{z,t}^i > x_{z,t}^i,$$

де:  $g_{z,t}^{+i}$  – величина викидів по  $Z$ -му напрямку технологій, які може продати  $i$ -ая країна згідно з Кіотським протоколом в момент часу  $t$ ;

$x_{z,t}^i$  – шкідливі викиди по  $Z$ -му напрямку технологій в  $i$ -ой країні в момент часу  $t$ ;

$\bar{x}_{z,t}^i$  – квота згідно з Кіотським протоколом на шкідливі викиди по  $Z$ -му напрямку технологій в  $i$ -ой країні в момент часу  $t$ .

Відповідно, якщо фактичні викиди більше наявних квот, країна повинна придбати додаткові квоти:

$$g_{z,t}^{-i} = x_{z,t}^i - \bar{x}_{z,t}^i, \quad (9)$$

$$\bar{x}_{z,t}^i < x_{z,t}^i,$$

де:  $g_{z,t}^{-i}$  – величина викидів по  $Z$ -му напрямку технологій, квоти на які повинна придбати  $i$ -ая країна згідно з Кіотським протоколом в момент часу  $t$ ;

$x_{z,t}^i$  – шкідливі викиди по  $Z$ -му напрямку технологій в  $i$ -ой країні в момент часу  $t$ ;

$\bar{x}_{z,t}^i$  – квота згідно з Кіотським протоколом на шкідливі викиди по  $Z$ -му напрямку технологій в  $i$ -ой країні в момент часу  $t$ .

Економічним результатом наявності зайвих викидів є необхідність покупки додаткових квот, сума витрат при цьому розраховується як:

$$\bar{g}_{z,t}^i = p_{z,t} g_{z,t}^{-i}, \quad (10)$$

де:  $\bar{g}_{z,t}^i$  – витрати на придбання квот викидів по  $Z$ -му напрямку технологій, квоти на які повинна придбати  $i$ -ая країна згідно з Кіотським протоколом в момент часу  $t$ ;

$p_{z,t}$  – вартість одиниці викидів на світовому ринку по  $Z$ -му напрямку технологій в момент часу  $t$ ;

$g_{z,t}^{-i}$  – величина викидів по  $Z$ -му напрямку технологій, квоти на які повинна придбати  $i$ -ая країна згідно з Кіотським протоколом в момент часу  $t$ .

У разі недовикористання квот економічний результат розраховується як:

$$\bar{g}_{z,t}^i = \zeta_{z,t}^i p_{z,t} g_{z,t}^{+i}, \quad (11)$$

де:  $\bar{g}_{z,t}^i$  – доходи від реалізації квот на викиди по  $Z$ -му напрямку технологій  $i$ -ой країні згідно з Кіотським протоколом в момент часу  $t$ ;

$\zeta_{z,t}^i$  – частка надлишкових квот по  $Z$ -му напрямку технологій, які  $i$ -ая країна змогла реалізувати на світовому ринку в момент часу  $t$ ;

$p_{z,t}$  – вартість одиниці викидів на світовому ринку по  $Z$ -му напрямку технологій в момент часу  $t$ ;

$g_{z,t}^{+i}$  – величина викидів по  $Z$ -му напрямку технологій, які може продати  $i$ -ая країна згідно з Кіотським протоколом в момент часу  $t$ .  
Таким чином, економічний результат від участі країни в Кіотському протоколі розраховується за формулою:

$$Q_t^i = \sum_z Q_{z,t}^i \quad (12)$$

$$Q_{z,t}^i = \begin{cases} Q_{z,t}^i & | \chi_{z,t}^i > \bar{\chi}_{z,t}^i \\ -Q_{z,t}^i & | \chi_{z,t}^i < \bar{\chi}_{z,t}^i \end{cases}, \quad (13)$$

де:  $Q_t^i$  – сумарний економічний результат від участі  $i$ -ої країни в Кіотському протоколі в момент часу  $t$ ;

$g_{z,t}^i$  – економічний результат від участі  $i$ -ої країни в Кіотському протоколі за  $Z$ -му напрямку технологій в момент часу  $t$ .

Зіставляючи між собою економічні результати  $Q_t^i$  і можливі витрати в інвестиції в інноваційні екологічно чисті технології  $S_t^i$  країна може приймати рішення про доцільність участі в міжнародних договорах.

**Висновки.** За наявності міжнародних угод, що встановлюють використання всіма країнами єдиної ставки оподаткування підприємств, які виробляють шкідливі викиди, ставка податку на забруднення в загальному випадку буде відрізнятись від рівня, відповідного рівності суми ущербів навколишнього середовища.

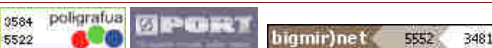
#### Список використаних джерел.

1. Боршук Є. М. Математична модель оптимізації функціонування еколого-економічної систем / Є. М. Боршук, Б. М. Мізюк // Вісник Львівського університету. – Львів, 2006. – Вип. 35. – С. 45-52. – (Сер. економічна).
2. Гахович Н. Г. Екологічна трансформація промисловості: інструменти державного впливу / Н. Г. Гахович // Структурна перебудова та екологізація економіки в контексті переходу України до збалансованого розвитку: матер. Українського екологічного конгресу (Київ, 10–11 грудня 2009 р.). – С. 154-158.
3. Жарова Л. Економічні механізми Кіотського протоколу: можливості та загрози для України / Л. Жарова // Економіка України. – 2009. – №4. – С. 86-92.
4. Коняхіна Т.В. Формування економічного механізму вирішення проблем природокористування. // Проблеми економіки: науковий журнал. – №2, 2013. – С. 306-311.
5. Koniakhina T.V. The economy of nature management: the evolution of scientific views in economic theory. // European Applied Sciences. – №7. – 2013. – С. 121-123.
6. Wiesmeth H. Environmental Economics: Theory and Policy in Equilibrium. Springer, 2012, 328 p.
7. Zylicz T. Goals, principles constraints in environmental policies / Principles Of Environmental and Resource Economics. A Guide for Students and Decision-Makers. – New York: Universe Books, 2005. – P. 155-176.

#### References.

1. Borschuk Ye. M. and Miziuk B. M. (2006), Matematychna model' optymizatsii funktsionuvannia ekoloho-ekonomichnoi system [Mathematical model of optimizing the functioning of ecological-economic systems], Visnyk L'vivs'koho universytetu, L'viv, Ukraine.
2. Hakhovych N. H. (2009), Ekolohichna transformatsiia promyslovosti: instrumenty derzhavnogo vplyvu [Environmental transformation industry instruments of state influence], Strukturna perebudova ta ekolohizatsiia ekonomiky v konteksti perekhodu Ukrainy do zbalansovanoho rozvytku: mater. Ukrain'skoho ekolohichnoho konhresu, Kyiv, Ukraine.
3. Zharova L. (2009) Ekonomichni mekhanizmy Kiots'koho protokolu: mozhlyvosti ta zahrozy dlia Ukrainy [Economics of the Kyoto Protocol: Opportunities and threats for Ukraine], Ekonomika Ukrainy, №4, Kyiv, Ukraine.
4. Koniakhina T.V. (2013), Formuvannia ekonomichnoho mekhanizmu vyrishennia problem pryrodokorystuvannia [Formation mechanism of solving economic problems of nature], Problemy ekonomiky: naukovyj zhurnal, Kharkiv, №2, Ukraine.
5. Koniakhina T.V. (2013), The economy of nature management: the evolution of scientific views in economic theory, European Applied Sciences, №7.
6. Wiesmeth H. (2012) Environmental Economics: Theory and Policy in Equilibrium. Springer.
7. Zylicz T. (2005) Goals, principles constraints in environmental policies, Principles Of Environmental and Resource Economics. A Guide for Students and Decision-Makers, Universe Books, New York

Стаття надійшла до редакції 14.06.2014 р.



ТОВ "ДКС Центр"