

СЕКЦІЯ 11 МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 330.4:504.06

Стещенко Г.М.

*кандидат фізико-математичних наук,
старший викладач кафедри програмування та комп'ютерної техніки
факультету інформаційних технологій
Київського національного університету імені Тараса Шевченка*

Верещинська В.В.

*лаборант кафедри інтелектуальних та інформаційних систем
факультету інформаційних технологій
Київського національного університету імені Тараса Шевченка*

Буглак Д.А.

*фахівець деканату
факультету інформаційних технологій
Київського національного університету імені Тараса Шевченка*

МОДЕЛЮВАННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ СТРАТЕГІЇ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ

SIMULATION OF NATIONAL STRATEGIES ECOLOGICAL AND ECONOMIC DEVELOPMENT

АНОТАЦІЯ

У статті запропоновано нову еколого-економічну модель. У цій моделі реалізовано дію економічних важелів впливу на виробника, які мотивують його планувати зростання виробництва продукції з урахуванням мінімізації шкідливого впливу на навколишнє середовище, зокрема зменшення викиду парникових газів в атмосферу.

Ключові слова: емісійне обмеження, Киотський протокол, конкурентна ринкова рівновага, коефіцієнт амортизації виробничих потужностей, виробнича функція.

АННОТАЦИЯ

В статье предложено новую эколого-экономическую модель. В этой модели реализовано действие экономических рычагов влияния на производителя, которые мотивируют его планировать рост производства продукции с учетом минимизации вредного влияния на окружающую среду, в частности уменьшения выбросов парниковых газов в атмосферу.

Ключевые слова: эмиссионное ограничение, Киотский протокол, конкурентное рыночное равновесие, коэффициент амортизации производственных мощностей, производственная функция.

ANNOTATION

In this paper the authors propose a new environmental-economic model. The adopted model takes into account the effect of economic leverage against producer that motivates him to plan the production considering its harmful impact on the environment, including greenhouse gas emission reduction.

Keywords: emission limits, Kyoto protocol, competitive market equilibrium, factor depreciation of production facilities, production function.

Постановка проблеми. За всю історію інструментальних спостережень аналіз кліматичних змін переважно був зосереджений на вивченні зміни температури повітря, атмосферних опадів, снігового покриву та стихійних гідрометеорологічних явищ. Отримані дані дають загальну картину потепління на планеті в цілому, перерозподілу випадіння опадів. Пов'язані з погодою та кліматом стихійні катаклізми стають причиною скорочення виробництва продукції, забруднення вод, поверхні землі, руйнування об'єктів економіки, інфраструктури. Розробка сценаріїв зміни клімату проводилась на основі найрізноманітніших підходів. З метою повного врахування всіх факторів, що суттєво впливають на клімат, в розгляд було включено фізичні процеси, пов'язані з рівнем радіації, фотохімією, термодинамікою, випаровуванням, конденсацією і т.п. Дані багатьох спостережень [1, с. 54] засвідчують, що регіональні зміни клімату вже суттєво вплинули на чимало фізичних та біологічних процесів і систем. Приклади таких змін включають скорочення льодового покриття, танення вічної мерзлоти, зміну висоти розповсюдження рослинності, скорочення популяції певних видів рослин та тварин, посилення процесів спустинення. Антропогенні зміни фізичних та хімічних властивостей атмосфери володіють потенціалом безпосереднього впливу на якість життя і навіть на саме існування деяких її форм.

Аналіз досліджень та публікацій. Проблеми зміни клімату в світі та участь нашої країни в роботі з їх вирішення досліджено у працях багатьох вітчизняних та закордонних вчених. Зокрема проблематиці впровадження, аналізу та інтерпретації Киотського протоколу присвячено дослідження М. Грабба [3], Л. Жарової

[5] та ін.; економічним механізмам, що впливатимуть на виробників, – роботи В. Дюканова [4], А. Онищенко [7] тощо. Втім дослідження з означеної проблематики актуальні й зараз.

Основні передумови цього представлені нижче. Зміни клімату значною мірою загрожують добробуту та розвитку суспільства, а також негативно впливають на довкілля і потенціал людини у перетворенні зовнішнього світу та здійсненні економічної діяльності. Без урахування відповідних інтересів людини (економічних, соціальних, політичних, екологічних) дослідження наслідків змін клімату мали б обмежений характер кліматичного спостереження і тому не отримали б такого суспільного та наукового резонансу. Попри тривалі суперечки: чи спричинене глобальне потепління Землі природними факторами, чи воно зумовлене антропогенною діяльністю, суттєве збільшення концентрації в атмосфері парникових газів протягом останнього сторіччя залишається незаперечним фактом. Актуальність заходів, спрямованих на подолання негативних наслідків глобальної зміни клімату майже не піддається сумніву [5, с. 30].

Постановка завдання. Разом з тим визнаним є факт економічних важелів впливу в питанні боротьби з екологічними негараздами як одних з найефективніших. Реалізація на практиці економічно ефективного та екологічно безпечного розвитку повинна сприяти покращенню соціального рівня, як одного з цільових орієнтирів економічної системи. Однак його реалізація пов'язана з низкою проблем фінансового, організаційного, інформаційного та іншого характеру, механізм якого необхідно ще розробити. Однією з таких спроб повинен стати перехід в наукових дослідженнях від концептуальної теорії до рівня еколого-економічного моделювання [6, с. 38].

Виклад основного матеріалу дослідження. Припустимо, що розглядається ринок однорідного товару, на якому деяка сукупність незалежних виробників пропонує товар. Виробники діють в умовах досконалої конкуренції. Виробничі можливості сукупності виробників задаються величиною їх сумарної виробничої потужності M_1 – максимально можливим випуском продукту за одиницю часу. Аналогічним чином допоміжне виробництво характеризує показник потужності M_2 . Єдиним виробничим фактором є однорідна робоча сила R . Згідно з неокласичною теорією виробництва описуватимемо технології і виробничі можливості економічної та екологічної складової виробничими функціями [8, с. 117], які показують залежність максимального рівня випуску від обсягів залучених факторів. При цьому матеріальне виробництво використовує наявну потужності M_1 та однорідну робочу силу R :

$$Y_1 = F_1(M_1, R),$$

а допоміжне – лише виробничі потужності:

$$Y_2 = F_2(M_2).$$

Виробники наймають робочу силу на ринку. Пропонує робочу силу населення, яке в той же час є основним споживачем продукту. Населення є однорідною групою споживачів та робітників. Споживчу поведінку населення описують монотонно зростаючою функцією корисності і C – попит на споживчий продукт. Вважатимемо, що й виробники для своїх виробничих потреб проявляють попит на продукт величини J . Окрім введеного будемо аналізувати екологічне обмеження, яке виражається в тому, що виробники не повинні перевищувати встановленої для них квоти емісій парникових газів: $Q \leq Q^s$.

В подальшому дослідженні враховується важлива властивість конкурентної ринкової рівноваги. Вона парето-оптимальна або економічно ефективна, тобто в рівновазі повністю використовується робоча сила R , встановлена квота емісій Q^s та випущений валовий продукт Y . Звідси стає зрозуміло, що рівновагу потрібно шукати серед парето-оптимальних розподілів ресурсів і продукту, а самій задачі про рівновагу відповідає задача про оптимальний розподіл ресурсів. Для цього проведемо певні уточнення.

Пропозиція робочої сили на ринку праці змінюється у часі за експоненціальним законом:

$$R^s = R_0 e^{at}.$$

Випущений продукт може використовуватися як споживчий, так і фондоутворюючий для створення нових виробничих потужностей. Рівняння балансу виробництва та розподілу продукту запишемо у вигляді:

$$M_1 f_1(x_1) = J + S, \quad x_1 = \frac{R}{M_1},$$

де J – обсяг фондоутворюючого продукту, S – обсяг кінцевого продукту (соціальна складова), R – обсяг використаної робочої сили.

При цьому загальний обсяг фондоутворюючого продукту спрямовується в економічний та екологічний сектори. Для кожного з них процес створення нової потужності описуємо сталими b_1, b_2 – коефіцієнтами прирісної фондоемності. Якщо за одиницю часу створюється I_1, I_2 одиниць нової потужності, то необхідно використовувати:

$$J = b_1 I_1 + b_2 I_2,$$

одиниць фондоутворюючого продукту.

Динаміка зміни потужностей основного та допоміжного виробництва у часі задається відповідними рівняннями:

$$\frac{dM_1}{dt} = I_1 - \mu_1 M_1,$$

$$\frac{dM_2}{dt} = I_2 - \mu_2 M_2,$$

де μ_1, μ_2 – коефіцієнти амортизації відповідних виробничих потужностей.

Соціальний продукт складається з кінцевого споживання C та екологічних витрат U , спрямованих на участь в механізмі гнучкості Кіотського протоколу (в іншій інтерпретації можна розглядати як екологічний штраф або еквівалент продукції, що витрачається на штраф) [12, с. 1707]:

$$S = C + U.$$

Об'єднуючи вищевведені співвідношення, отримуємо матеріальний баланс виробництва:

$$Y = b_1 I_1 + b_2 I_2 + C + U.$$

Розглянемо норму інвестування $0 \leq u \leq 1$. Відповідно виконуються співвідношення: $J = uY$, $C = (1-u)Y$. Аналогічним чином розглядається норма інвестування в основні виробничі фонди матеріального виробництва $0 \leq u_1 \leq 1$: $b_1 I_1 = u_1 J$, $b_2 I_2 = (1-u_1)J$.

З огляду існування емісійного обмеження $Q^s = const$ (встановлена для виробника квота) необхідно розглянути екологічний баланс. Приріст об'ємів викидів парникових газів відбувається внаслідок діяльності основного виробництва, а зменшення – за рахунок утилізації допоміжним виробництвом та реалізації проектів в рамках механізмів гнучкості Киотського протоколу [10]. Вважатимемо, що обсяг емісій вуглекислого газу пропорційний валовому випуску продукції матеріального виробництва kY , а обсяг скорочених викидів за рахунок участі в проектах Киотського протоколу пропорційний інвестованому в них частини валового випуску nU . При цьому виконується нерівність $k < n$, що є умовою екологічно ефективної економічної системи. А саме означає такий рівень засвоєння екологічного споживання в частці валового випуску, який би дозволив виконувати емісійне обмеження за умов зростання обсягів валового випуску продукції. Отже, баланс емісій парникових газів запишемо у вигляді:

$$Q = kM_1 f_1 \left(\frac{R}{M_1} \right) - M_2 - nU \leq Q^s.$$

Висновки. Система введених вище рівнянь допускає множину траєкторій зростання, які залежать від степеня використання робочої сили, емісійної квоти та розподілу продукту на фондоутворюючий, споживчий та екологічний. Серед траєкторій економічного зростання можна виділити характерні траєкторії збалансованого експоненціального зростання. Для еколога-економічної моделі моделі, яку запропоновано у цій статті, в подальшому можна розв'язати задачу з знаходження оптимального керування у вказаній системі, побудувати алгоритм та створити програмний комплекс для практичного застосування в реальному секторі економіки.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. МГЭИК-2007: изменение климата: обобщающий доклад. Вклад рабочих групп I, II и III в Четвертый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата / Пачаури, Райзингер и основная группа авторов (ред.). – Женева: МГЭИК, 2007. – 104 с.
2. Багриновский К.А. Производственные функции: теория, методы, применение / К.А. Багриновский, Г.Б. Клейнер // Экономика и математические методы. – 1988. – Вып. 6. – С. 1144-1146.
3. Грабб М. Стратегический анализ Киото-Марракешской системы / М. Граб; пер. с англ. – London: WWF, World Council of Churches, 2003. – 12 с.
4. Дюканов В.Г. Механизмы Киотского протокола: досвід та перспективи для України / В.Г. Дюканов, О.В. Дюканова – К.: Фенікс, 2006. – 160 с.
5. Жарова Л.В. Развитие рынка квот выкидов парниковых газов по завершению дїи Киотского протокола / Л.В. Жарова // Инвестиції: практика та досвід. – 2009. – № 21. – С. 29–32.
6. Ляшенко І.М. Основи математичного моделювання економічних, екологічних та соціальних процесів: навч. посіб. / І.М. Ляшенко, М.В. Коробова, А.М. Столяр. – Тернопіль: Навчальна книга «Богдан», 2006. – 304 с.
7. Онищенко А.М. Економіко-математичне моделювання екологічнозбалансованого розвитку економіки: автореф. дис. ... канд. екон. наук: спец. 08.03.02 «Економіко-математичне моделювання» / А.М. Онищенко. – К., 2003. – 21 с.
8. Lyashenko I.M. Virobnichi funkcii ekologichnoi ekonomiki / I.M. Lyashenko, L.Z. Xrusch // Dynamical system modelling and stability investigation: international conference, (May 22–25, 2007): thesis of conference reports. – K., 2007. – S. 211.
9. Briefing paper on the European Commission Copenhagen communication. Greenpeace. Supporting the global battle against climate change. [online] Available at: <<http://www.greenpeace.org/eu-unit/press-centre/policy-papers-briefings/briefing-commission-copenhagen-communication-27-01-09>>.
10. Climate Change and Global Warming Introduction. [online] Available at: <<http://www.globalissues.org/article/233/climate-change-and-global-warming-introduction>>.
11. Loss of Biodiversity and Extinctions. [online] Available at: <<http://www.globalissues.org/article/171/loss-of-biodiversity-and-extinctions>>.
12. Susan, S., Plattner, G.-K., Knutti, R., Friedlingstein, P., 2009. Irreversible climate change due to carbon dioxide emissions. [pdf] Proceedings of the National Academy of Sciences, 106(6), pp. 1704–1709. Available at: <<http://www.pnas.org/content/early/2009/01/28/0812721106.full.pdf>>.